

**REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA 4
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS SMED EN LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE RECKITT BENCKISER COLOMBIA S.A.**

JORGE ELIÉCER LARGACHA GÓNGORA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2006**

**REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE REFERENCIA EN LA LÍNEA 4
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS SMED EN LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE RECKITT BENCKISER COLOMBIA S.A.**

JORGE ELIÉCER LARGACHA GÓNGORA

**Trabajo de pasantía para optar al título de
Ingeniero Industrial**

Director

JUAN CARLOS OTERO JARAMILLO

Ing. Mecánico

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2006**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado
en el cumplimiento de los requisitos
exigidos por la Universidad
Autónoma de Occidente para optar
al título de Ingeniero Industrial.

Ing. LUIS ALFONSO GARZÓN

Jurado

Ing. JUAN CARLOS OTERO J.

Director

Santiago de Cali, Diciembre de 2006

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

Otero, Juan Carlos. Ingeniero Mecánico y Director del Proyecto por su acompañamiento y orientación en el desarrollo de este proyecto.

Alape Benítez, Betty. Ingeniero Mecánico y Gerente de Producción de Reckitt Benckiser Colombia S.A. por su confianza y constante motivación.

CONTENIDO

	Pag.
GLOSARIO	12
RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. OBJETIVOS	25
3.1 OBJETIVO GENERAL	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4. RECKITT BENCKISER COLOMBIA S.A.	27
4.1 HISTORIA	27
4.2 VISIÓN	29
4.3 POLÍTICA DE CALIDAD	29
4.4 OBJETIVOS DE CALIDAD	30
5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	31
6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA	33
6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	33
6.2 RECURSO HUMANO	36
6.3 RECURSO TECNOLÓGICO	36

7. MARCO TEÓRICO	38
7.1 DEFINICIÓN DE SMED	38
7.2 RESEÑA HISTÓRICA	40
7.3 ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN	42
7.3.1 Fase preliminar	42
7.3.2 Primera fase	43
7.3.3 Segunda fase	45
7.3.4 Tercera fase	46
7.4 PASOS BÁSICOS DE UN ALISTAMIENTO	48
7.5 EFECTOS DEL SISTEMA SMED	50
7.6 DEFINICIÓN DE POKA YOKE	51
7.7 FUENTES PRINCIPALES DE DEFECTOS	53
7.8 DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO	54
8. DESARROLLO DEL PROYECTO	56
8.1 DEFINICIÓN DE LA LÍNEA PILOTO	56
8.1.1 Descripción de criterios	56
8.1.2 Selección de fuentes y recolección de información	57
8.1.3 Selección de la línea piloto	58
8.2 DIAGNÓSTICO INICIAL	60
8.2.1 Análisis de métodos y tiempos	60
8.2.2 Estudio de videocinta	64
8.2.3 Clasificación de actividades	66
8.3 SISTEMA SMED.	68
8.3.1 Capacitación	68

8.3.2 Análisis de grupo y definición de puntos críticos	70
8.3.3 Planteamiento de soluciones	78
8.3.4 Implementación de soluciones	80
8.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS	94
8.4.1 Seguimiento a OEE	94
8.4.2 Análisis de horas improductivas	97
9. CONCLUSIONES	100
10. RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Criterios de selección y escalas de calificación	58
Tabla 2. Resultados obtenidos de la evaluación de criterios	58
Tabla 3. Porcentaje de participación por actividad	61
Tabla 4. Resumen de actividades internas y externas	67
Tabla 5. Factores administrativos de los cambios de referencia	70
Tabla 6. Factores operativos de los cambios de referencia	71
Tabla 7. Factores de documentación de los cambios de referencia	71
Tabla 8. Soluciones sugeridas para cada factor crítico	79
Tabla 9. Cálculo del espacio requerido para material de empaque	91

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Componentes del OEE	13
Figura 2. Diagrama de Pareto de tiempo improductivo por causal	23
Figura 3. Diagrama de flujo de proceso de manufactura	34
Figura 4. Diagrama de flujo de proceso de llenado	35
Figura 5. Fases conceptuales para mejora de alistamientos	51
Figura 6. Ejemplo de dispositivo poka yoke de un solo movimiento	53
Figura 7. Diagrama de Pareto de tiempos por actividad	62
Figura 8. Diseño de carro para almacenamiento y transporte de formatos de Línea 4	89
Figura 9. OEE de la Línea 4 por mes año 2006.	95
Figura 10. Horas improductivas mensuales por cambios de referencia año 2006	98
Figura 11. Horas improductivas mensuales por lavados año 2006	99

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Panorama general de la línea de producción 4	37
Foto 2. Máquina llenadora/tapadora de la Línea 4	59
Foto 3. Aro guía de máquina tapadora	75
Foto 4. Correa guía de máquina tapadora	76
Foto 5. Piezas que conforman el formato de la llenadora/tapadora	87
Foto 6. Método actual de almacenamiento de formatos de la llenadora/tapadora	88
Foto 7. Aro guía unificado de máquina tapadora	90
Foto 8. Tablero electrónico	92

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Plano de distribución de la Línea 4	108
Anexo 2. Diagramas de operación tipo hombre	109
Anexo 3. Diagramas de recorrido	115
Anexo 4. Clasificación de actividades internas y externas	120
Anexo 5. Diagrama de Ishikawa para definición de puntos críticos	123
Anexo 6. Distribución de funciones por operario	124
Anexo 7. Instrucción de cambio por referencia	125
Anexo 8. Inventario de partes máquinas Línea 4	126
Anexo 9. Lista de chequeo	127
Anexo 10. Orden de cambio de referencia	128
Anexo 11. Formato de encuesta para necesidades de capacitación	129
Anexo 12. Estándares de mantenimiento autónomo	130
Anexo 13. Plano de ubicación de armarios anterior y propuesto	131
Anexo 14. Secuencia de producción-lavados	132

GLOSARIO

CAMBIO DE REFERENCIA: operación realizada sobre las máquinas de una línea de producción que tiene como objetivo obtener productos de un tamaño diferente.

ENCAJADORA: máquina semiautomática utilizada en el empaque de los productos en el corrugado.

FORMATO(S): conjunto de piezas de una máquina correspondientes a un tamaño específico que se intercambian durante un cambio de referencia. En el caso de la máquina llenadora/tapadora el formato corresponde a un juego de estrellas elaboradas en Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE).

LAVADO: operación realizada sobre los tanques de preparación, almacenamiento y máquina llenadora que tiene como propósito eliminar los residuos de un producto anterior cuando se va a llenar uno con una fragancia o colorante diferente.

OEE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO): indicador porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Este indicador se mide en términos de: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad. Matemáticamente el OEE resulta de multiplicar los porcentajes de disponibilidad, eficiencia y calidad.

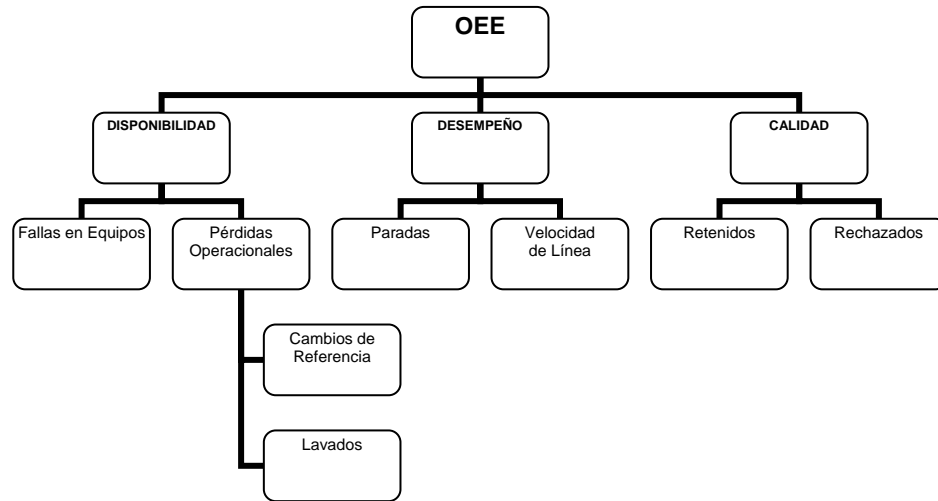
La disponibilidad se obtiene de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo es el tiempo total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, etc.

La eficiencia es resultado de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina.

La calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas reprocesadas o desechadas.

En la figura 1 se puede ver gráficamente los componentes del OEE.

Figura 1. Componentes del OEE



Fuente: SALCEDO, Isabel. Diagnóstico y desarrollo de plan de acción para mejorar los tiempos de cambio en el proceso de producción de caramelo blando. Trabajo de grado. Cali. Universidad Autónoma de Occidente, 2006. p. 25.

POKA YOKE: técnica japonesa cuyo objetivo es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

REFERENCIA: tamaño de un producto correspondiente a la cantidad que contiene.

RESUMEN

Conscientes de la necesidad de aumentar la disponibilidad de sus líneas de producción y dar una respuesta más ágil a su exigente mercado, *Reckitt Benckiser* Colombia S.A. y su área de Operaciones han realizado frecuentes análisis a los consolidados de horas improductivas mensuales de los equipos, encontrando que un alto porcentaje de ellas son generadas por los cambios de referencia y lavados. De ahí la necesidad de desarrollar un proyecto encaminado a la reducción de estos tiempos.

Para lograr dicha reducción se optó por la metodología propuesta por el sistema SMED, acrónimo de *Single Minute Exchange of Die* que al español traduce cambio rápido de troqueles, del ingeniero japonés Shigeo Shingo, cuya efectividad ha sido comprobada en grandes empresas internacionales tales como Toyota, Mazda y Mitsubishi, entre muchas otras.

La metodología se basa en un conjunto de cuatro etapas, que van desde el diagnóstico y registro inicial hasta la eliminación de ajustes y simplificación de sistemas mecánicos que llevan a maximizar el tiempo productivo de las máquinas.

El proyecto parte de la selección de la línea piloto y de las máquinas que limitan el proceso de cambio, pasando por el levantamiento de estándares y listas de chequeo, evaluando alternativas e implementando las soluciones, para finalmente evaluar los resultados obtenidos.

Además de reducir los tiempos improductivos el proyecto busca también el mejoramiento de las condiciones de trabajo, la reducción de riesgos, la reducción del tamaño de los lotes de producción, motivar al personal y fortalecer el trabajo en equipo entre el personal administrativo y operativo.

INTRODUCCIÓN

Las tendencias globalizadoras actuales han llevado a las organizaciones a desenvolverse en medios altamente competitivos donde la premisa fundamental es la plena satisfacción de los clientes, que cada vez son más exigentes en cuanto a plazos de entrega, variedad y precio. Esta situación obliga a las empresas a estar en la búsqueda permanente de estrategias que les permitan cumplir con las exigencias del mercado y además obtener los márgenes de rentabilidad esperada por los accionistas.

Reckitt Benckiser Colombia S.A. es una compañía multinacional dedicada a la manufactura, venta y distribución de productos para el cuidado del hogar, de la ropa y del cuero. La planta de Colombia, ubicada en Cali, abastece el mercado nacional y el de los países que hacen parte del Pacto Andino (Ecuador, Venezuela y Perú).

El mejoramiento continuo de los procesos productivos ha sido una de las preocupaciones principales de la organización, sin embargo han centrado la

mayoría de sus esfuerzos en la prevención y corrección de fallas de la maquinaria dejando a un lado otras causas de ineficiencia igualmente importantes.

Por lo anterior, el área de Operaciones de la compañía realizó un estudio detallado de todas las causas que influían negativamente en el desempeño de sus líneas de producción, encontrando que casi el 51% del tiempo improductivo se debía a los cambios de referencia y a los lavados de máquina.

Esta situación impide que la empresa pueda dar una respuesta oportuna a las fluctuaciones de la demanda de sus diferentes productos y además que tenga que trabajar con lotes de producción grandes para compensar el tiempo invertido en los cambios y lavados.

Conscientes de esta realidad y considerando el tamaño del mercado y la gran variedad de productos y presentaciones que se manejan, la Alta Dirección tomó la decisión de trabajar en la reducción de los tiempos de cambio de referencia para de esta manera aumentar la flexibilidad de la producción y dar una respuesta más ágil a sus clientes.

Se ha tomado como marco de referencia para la ejecución de este proyecto la metodología SMED (*Single Minute Exchange of Die*) creada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo, la cual plantea un conjunto de actividades sistemáticas para lograr la reducción deseada.

Aunque el alcance de este proyecto es a una sola de línea de producción considerada como piloto, se espera que una vez se hayan alcanzado los objetivos de reducción propuestos el proceso se pueda replicar a las demás líneas de llenado utilizando la misma metodología.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los procesos de globalización por los que atraviesan las economías mundiales han generado que las empresas de todos los sectores se vean en la necesidad de aplicar tácticas y metodologías para optimizar la forma como producen ya sean bienes o servicios, de tal manera que puedan cumplir con las expectativas de clientes, consumidores y accionistas.

Buscando mantenerse competitivos en este ambiente, el grupo de trabajo de Reckitt Benckiser Colombia S.A. después de realizar varios análisis, concluyó que un alto porcentaje de las ineficiencias de sus líneas de producción se debían a los cambios de referencia y a los lavados de máquina por lo que se consideró prioritario el desarrollar un proyecto que llevara a la reducción de los tiempos invertidos en estas actividades.

Conocedores de sus beneficios, la organización optó por implementar la metodología japonesa SMED en una de sus líneas de producción como una estrategia para aumentar la flexibilidad en la respuesta a las solicitudes de los clientes.

Los retrasos en los cambios de referencia se ven reflejados no solamente en la eficiencia global de la planta sino también en el tamaño de los lotes de producción y por ende en los niveles de inventario de la compañía.

Otro de los inconvenientes presentados es que, debido a la complejidad de la operación de cambio de referencia y a que no está normalizada, únicamente un grupo pequeño de operarios pueden realizarlo y cada uno lo hace de manera diferente, esto impide que se pueda tener un tiempo estándar del cambio con el que se pueda contar al momento de programar la producción.

Debido a que toda la responsabilidad del cambio de referencia recae sobre un solo operario de la línea de producción, ésta persona se ve sometida a altos niveles de stress lo que puede repercutir en su salud y aumenta las probabilidades de cometer actos inseguros durante la manipulación de la maquinaria.

El proceso de implementación debe partir de la selección de la línea piloto para finalmente llegar a la evaluación de los resultados y servir como precedente para su aplicación en las demás líneas de producción.

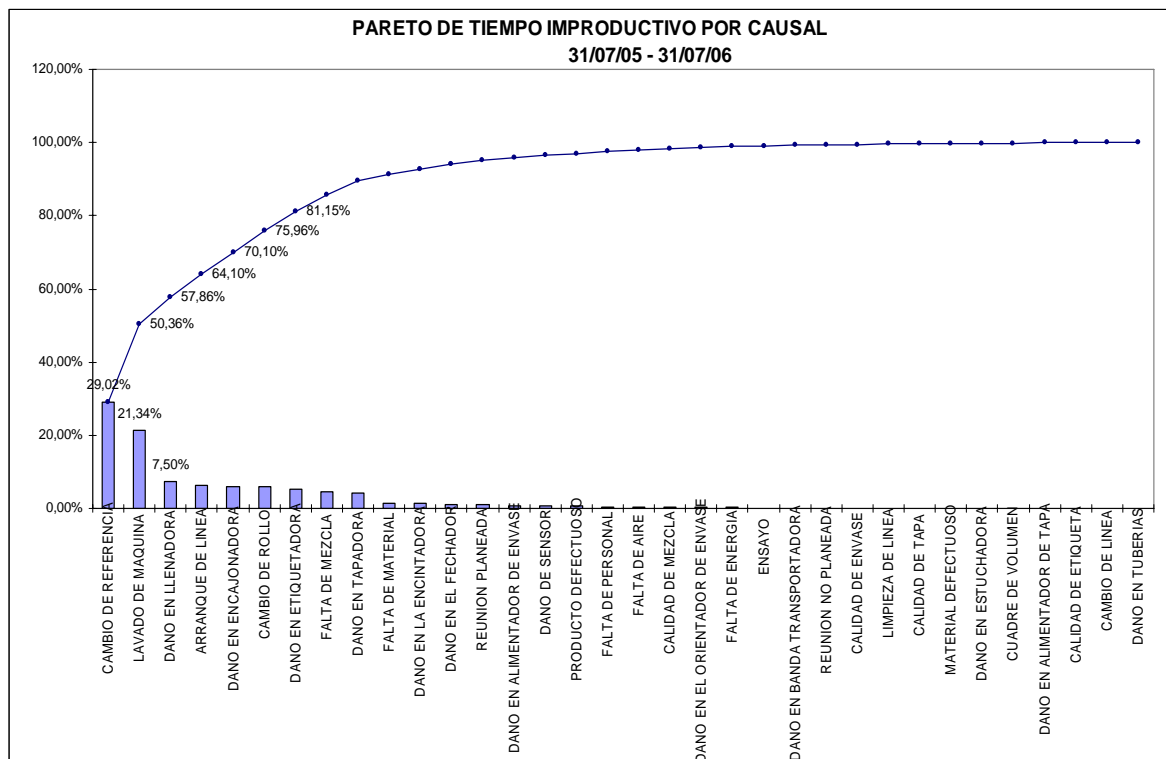
2. JUSTIFICACIÓN

La reducción de los tiempos invertidos en los cambios de referencia permite dar una respuesta oportuna a los clientes, brindándoles satisfacción tanto en calidad como en precio, variedad y entrega. Busca además aumentar la flexibilidad de la planta y conlleva a la producción de lotes más pequeños sin causar traumatismos.

La productividad de la planta también se ve impactada positivamente dado que se puede lograr el máximo aprovechamiento de los equipos garantizando su disponibilidad y desempeño, lo que se verá reflejado en el indicador de eficiencia global de la planta (OEE).

De acuerdo a los registros de producción del período transcurrido entre julio de 2005 y julio de 2006, el 50% del tiempo improductivo total de la planta de líquidos se debió a lavados de máquina y cambios de referencia, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Diagrama de Pareto de tiempo improductivo por causal



Fuente: Archivos de Reckitt Benckiser Colombia S.A. Cali. 2006. HRIMPDTIVE.xls

El anterior porcentaje equivale a 1.613 horas improductivas de las 14.000 horas productivas de este mismo periodo (12%).

Los costos de operación se verán disminuidos como consecuencia de la ejecución del proyecto dado que se reducirán las esperas y los tiempos improductivos de máquinas y del personal. Se reducen también los costos generados por el desperdicio de material de empaque y de mezcla, que en la actualidad son

normales durante un arranque de línea porque las primeras unidades no salen con la calidad requerida.

El aumento en la flexibilidad implica, entre otras ventajas, la posibilidad de incrementar la competitividad de la organización en los mercados globales.

La simplificación de las labores permitirá reducir el riesgo de accidentes de trabajo y de enfermedades ocupacionales ocasionadas por el sobre esfuerzo de los operarios, lo que se traduce en una baja en los costos por incapacidades.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Utilizar el sistema SMED en la planta de producción de Reckitt Benckiser Colombia S.A., con el propósito de reducir los tiempos de cambio de referencias en la línea cuatro.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los cambios de referencia y las actividades involucradas que, de acuerdo a los datos históricos, requieren más tiempo y se realizan con mayor frecuencia durante el mes para definirlos como cambios cruciales.

- Catalogar las actividades involucradas en los cambios de referencias, en internas y externas de acuerdo a los criterios establecidos por el sistema SMED

- Diseñar el sistema SMED que permita transformar la mayor cantidad posible de actividades de cambio de referencia de internas a externas.
- Comparar los resultados obtenidos después de la implementación del sistema SMED de reducción de tiempos de cuadro en cambios de referencia, con los anteriores.

4. RECKITT BENCKISER COLOMBIA S.A.

4.1 HISTORIA

En 1913 Isaac Reckitt pionero de la industria del algodón y Jeremiah Colman productor de mostaza se unen para hacer una sola empresa e incrementar sus ganancias. Esta compañía se llamó ATLANTIS y comenzó operaciones en Argentina. Para este mismo año Reckitt creó una Sociedad con la compañía Chiswick Products.

En 1938 se fusionaron las dos empresas en toda su extensión, estableciendo la sociedad Reckitt & Colman PLC. La presencia de Reckitt & Colman en Colombia se remonta a la década de los 40`s cuando los negocios se manejaban a través de una compañía distribuidora llamada Neville y Cia, quienes importaban de Inglaterra betún Cherry Blossom, Brasso en pasta y Silvo (brillametales).

En el año de 1955 se constituyó en Colombia como empresa y tuvo su primera actividad industrial manufacturando Betún Cherry y Brasso en pasta y

posteriormente con cera Mansión Pasta. Su primera razón social fue Cherry Colombiana Ltda. El nombre obedeció a uno de los productos líderes de Reckitt & Colman.

Por esta época se adquirió un lote en la ciudad de Cali, en donde hoy funcionan sus instalaciones. En el año de 1957 pasó a llamarse Cherry Colombiana S.A., cambiando de compañía limitada a sociedad anónima.

Durante el año de 1966 hubo un cambio definitivo de razón social para denominarse Industrias Atlantis de Colombia S.A, buscando lograr una nueva imagen que permitiera la flexibilidad para ampliar sus líneas de productos.

A partir del 1 de octubre de 1993 adoptó el nombre de la casa matriz de Inglaterra cambiando la razón social a Reckitt & Colman Colombia S.A. y de esta forma contar con un respaldo más sólido para el crecimiento futuro como compañía Multinacional.

En 1995 se vende el negocio de alimentos Colman. En 1999 se inició y consolidó la fusión con la compañía Holandesa Benckiser y actualmente funciona bajo la

razón social Reckitt Benckiser Colombia S.A., fabricando y comercializando productos tales como Sanpic, Betunes Cherry, Ceras Mansión, ambientadores Wizard, Pif Paf y Karpex para alfombras y tapetes, Insecticidas Rodasol, Cupex y Repelex.

4.2 VISIÓN

Entregar, apasionadamente, mejores soluciones para el cuidado del hogar, cuidado personal y de salud, con el propósito final de generar valor al accionista.

4.3 POLÍTICA DE CALIDAD

Reckitt Benckiser Colombia S.A. está comprometida con la calidad y la mejora continua de sus productos y servicios para satisfacer las necesidades de sus clientes y consumidores.

4.4 OBJETIVOS DE CALIDAD

- Cajas No Conformes. Se obtiene dividiendo el total de cajas con no conformidades sobre el total de cajas producidas. La meta para el año 2006 es tener un máximo de 0.20%.
- Servicio al Cliente. Resulta de la división entre el número cajas entregadas sobre la cantidad de cajas ordenadas en un plazo determinado. La meta para el 2006 es alcanzar el 99%.
- Mejora Continua. Se evidencia a través del cumplimiento de cada uno los indicadores de los procesos del Sistema de Gestión de Calidad.

5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La reducción de los tiempos de cambio ha sido una preocupación desde hace ya varios años de las organizaciones a nivel mundial. Desde la concepción misma de SMED, éste ha sido implementado en múltiples compañías tales como Mazda, Mitsubishi y Toyota cuyos resultados han sido tan destacables que se han convertido en el estandarte de la metodología y han permitido difundirla en todo el mundo logrando resultados igualmente fructíferos.

Reckitt Benckiser Colombia S.A. ha venido trabajando en los últimos años con varias herramientas de mejoramiento continuo en sus procesos, específicamente en algunas encaminadas al aumento de la productividad de las líneas, sin embargo las actividades involucradas en los cambios de referencia no han sometidas a análisis detallado ni tampoco se encuentran estandarizados ni documentados los métodos para realizarlos.

La simplificación de las actividades de cambio de referencia ha sido más una iniciativa propia de los operarios encargados de realizar ésta tarea, que el resultado de un estudio cuidadoso de las operaciones involucradas.

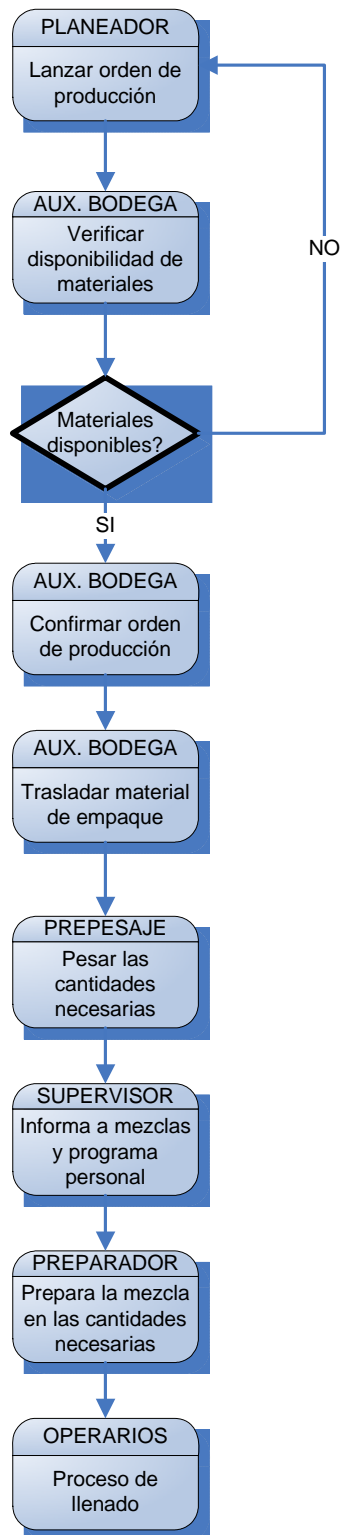
La ausencia de instructivos para llevar a cabo un cambio de referencia y la rotación del personal de las líneas han llevado a que existan varios métodos (algunos más efectivos que otros) para ejecutar la misma labor lo que dificulta la estandarización de las actividades y el entrenamiento del personal entrante.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA

6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Previo al proceso de llenado el Planeador de la línea lanza la orden de producción enviándola a los auxiliares de bodega quienes verifican la disponibilidad de los materiales para cumplir la totalidad de la orden, en caso de tener todos los materiales confirman la orden informando tanto a la sección de Empaque como a Prepesaje y trasladan el material de empaque a la zona correspondiente. Una vez prepesado los materiales los preparadores en Mezclas fabrican el producto con la previa información suministrada por el supervisor quien también ha programado el personal para el proceso de empaque.

Figura 3. Diagrama de flujo proceso de manufactura

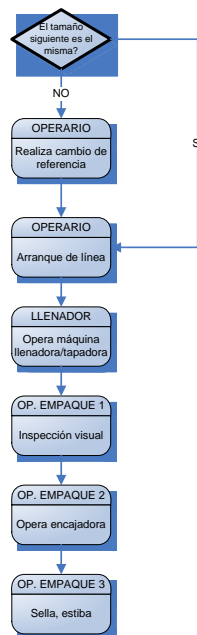


Fuente: Creado por el autor

Cuando la mezcla está lista se comienza el proceso de llenado, verificando inicialmente cuál es la referencia a seguir en caso de ser la misma se puede proceder a realizar el arranque de la línea de lo contrario se debe primero realizar el cambio de referencia.

El proceso en todas las líneas de producción es muy similar. Los envases son puestos en una banda transportadora en la estación de alimentación de envases (manual o automático), seguido por la máquina de llenado, después son tapados, etiquetados y fechados para por último ser puestos en el corrugado que se cierra cuando se tienen las unidades necesarias y finalmente se estiban.

Figura 4. Diagrama de flujo proceso de llenado



Fuente: Creado por el autor

6.2 RECURSO HUMANO

El número de personas que trabajan en una línea varía de acuerdo al nivel de automatización de la línea, en el caso de la Línea 4 se trabaja con cuatro personas distribuidas de la siguiente forma:

- Operario llenador: líder de la línea, opera la máquina llenadora/tapadora, surte de tapas y envases los respectivos alimentadores.
- Operario de empaque 1: realiza inspección visual del producto terminado.
- Operario de empaque 2: opera la máquina encajadora.
- Operario sellador: sella, estiba y despacha el producto terminado.

6.3 RECURSO TECNOLÓGICO

Los equipos que están presentes en la línea 4 son:

- Alimentador de envases (Posimat)
- Orientador de envases
- Máquina llenadora/tapadora Monobloc, es una llenadora rotativa volumétrica con nueve boquillas de llenado y tres mandriles de tapado.

- Etiquetadora, en capacidad de poner etiquetas y contraetiquetas sobre envases planos.
- Fechador, máquina que inyecta tinta marcando los envases con la fecha de fabricación para efectos de trazabilidad.
- Encajadora/Selladora, de fabricación nacional sirve para el empaque del producto terminado en el corrugado correspondiente.

Foto 1. Panorama general de la línea de producción 4.



Fuente: Tomada por el autor.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 DEFINICIÓN DE SMED

SMED es el acrónimo de *Single Minute Exchange of Die* lo que traduce cambio de herramienta en pocos minutos. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de diez minutos, de ahí la frase *single minute*.

El método SMED se utiliza en el marco de cambios de utillaje en las máquinas usadas en la fabricación. Su objetivo es reducir los tiempos de cambio, y permitir así reducir el tamaño del lote mínimo. En efecto, si los tiempos de cambio de serie se vuelven nulos, se puede entonces empezar una serie de fabricación de diferentes artículos sin aumentar los costos de operación.

Un cambio de utillaje o de referencia es el conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de lote

hasta que la máquina empiece a fabricar la primera unidad del siguiente producto en las condiciones especificadas de tiempo y calidad. El intervalo de tiempo correspondiente es el tiempo de cambio.

La necesidad de esta metodología surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los inventarios de producto terminado, con el consiguiente incremento de costes. Esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales.

En un cambio de utillaje, la parte de puesta en marcha puede representar un tiempo importante en el proceso de fabricación, y este tiempo no es productivo. El objetivo es disminuir el tiempo dedicado al ajuste, con el fin de conseguir cambios de útiles rápidos o incluso ajustes instantáneos.

7.2 RESEÑA HISTÓRICA

El sistema SMED fue creado por el ingeniero japonés Shigeo Shingo a mediados de la década del 1950, cuando trabajaba para la Mazda dirigiendo estudios de eficiencia en una de sus fábricas y nació de la necesidad de reducir el tamaño de los lotes que pasaban por las prensas de estampación, optimizando el proceso de cambio de una matriz a otra.

El concepto fue mejorado con el paso de Shingo a la Mitsubishi y llegó a su máximo esplendor cuando éste prestó sus servicios a la Toyota, donde se lograron reducir las preparaciones de una prensa de 1.000 toneladas de 4 horas a 3 minutos.

Shigeo Shingo se dio cuenta de que la razón principal para la larga duración de un cambio de modelo en una prensa es que no estaban correctamente definidas las operaciones de preparación internas y externas. Muchas tareas que podrían hacerse mientras la máquina estaba aún funcionando, no se hacían hasta que la máquina estaba parada. A través de un análisis detallado del cambio de matriz completo, Shingo pudo pasar operaciones de preparación interna a preparación

externa, principalmente en operaciones de preparación de los útiles y el transporte de todos los elementos hasta el lugar de la operación, reduciendo el tiempo del cambio de un 30% a un 50% sin realizar ninguna gasto ni inversión.

Esta revolución que se produjo a partir de la aplicación de conceptos tan sencillos, permitió mejoras sustanciales en los resultados de muchas industrias en todo el mundo.

Shigeo Shingo en descubrió que había dos tipos de operaciones al estudiar el tiempo de cambio en una prensa de 800 toneladas:

- Operaciones Internas: aquellas que deben realizarse con la máquina parada.
- Operaciones Externas: pueden realizarse con la máquina en marcha.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

El desarrollo del concepto SMED lleva diecinueve años y sigue en evolución. Ha sido la culminación de la visión cada vez más profunda de los aspectos teóricos y prácticos de las mejoras en la preparación de máquinas y los cambios de útiles.¹

7.3 ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN

7.3.1 Fase preliminar. La principal característica de esta etapa es que las actividades internas y externas no se encuentran diferenciadas.

En esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Darle la importancia que se merece el proyecto.
- Selección de los grupos de trabajo.
- Organización del sitio de trabajo.
- Capacitación y entrenamiento.

¹ SHINGO, Shigeo. Una revolución en la producción: El sistema SMED. Madrid, España: Productivity Press Inc., 1990. p. 29.

- Motivación de las personas.
- Definición de responsabilidades.
- Estabilización de las máquinas.

7.3.2 Primera fase. La actividad principal de esta fase es clasificar las actividades en internas y externas. En esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Durante esta fase se realizan listas de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc.

Una lista de chequeo nos ayuda a determinar que se necesita para una operación en particular. El paso siguiente es poder garantizar que todas las partes necesarias están en condiciones para poder realizar su trabajo; para ello se utilizan los Chequeos Funcionales.

Los chequeos funcionales deben ser realizados antes de que el alistamiento comience, de tal manera que se puedan programar las reparaciones o ajustes requeridos, si algo no está funcionando correctamente.

El dominar la distinción entre preparación interna y externa es el pasaporte para alcanzar el SMED.

Como actividades propias de esta etapa se pueden reconocer las siguientes:

- Estudiar las condiciones actuales del cambio:
- Análisis con cronómetro.
- Entrevistas con operarios (y con el preparador).
- Grabar en vídeo.

- Mostrarlo después a los trabajadores.
- Tomar fotografías.
- Identificar las actividades del alistamiento.

7.3.3 Segunda fase. Consiste en la transformación de tareas internas en externas. La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc., fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno.
- Prerreglaje de herramientas.
- Eliminación de ajustes: las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material).

Se debe partir de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

Uno de los aspectos de este punto es el mejoramiento en el transporte de partes y herramientas, para reducir tiempo en el cual la máquina esta parada durante el cambio, el transporte de los elementos requeridos debe realizarse como preparación externa. En otras palabras, las partes y herramientas nuevas deben transportarse a la máquina antes que esta sea detenida. De la misma manera, las partes y herramientas que usadas en el lote anterior, no se deben guardar hasta

que las partes nuevas estén instaladas y la máquina funcionando en la producción del nuevo producto.

7.3.4 Tercera fase. El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- Implementación de operaciones en paralelo: Estas operaciones que necesitan más de un operario ayudan mucho a acelerar algunos trabajos. Con dos personas una operación que llevaba 12 minutos no será completada en 6, sino quizás en 4, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen. El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad

- Utilización de anclajes funcionales: Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo. Entre los tipos de anclajes funcionales que se pueden utilizar están: fijaciones en una vuelta, orificio en forma de pera, arandelas en formas de U, roscas acanaladas, ranuras en

forma de U método de la brida, magnetismo y sujeción por vacío, métodos de interbloqueo, entre muchos otros.

A pesar de estas etapas conceptuales, la forma como se decida aplicar el SMED dentro de una compañía depende, por supuesto, de su situación concreta, de sus procesos, de sus máquinas. Las personas que trabajan en las líneas de producción saben muchas cosas que pueden ayudar en la aplicación del SMED y en ocasiones sólo se trata de canalizar estos conocimientos en la dirección adecuada. Puede crearse un equipo de trabajo que sea responsable de implantar el SMED en cierta área de trabajo, marcar un objetivo de reducción de tiempo, empezar por algo pequeño que pueda ser un éxito rápido y continuar después por cada una de las tres fases antes comentadas.

7.4 PASOS BÁSICOS DE UN ALISTAMIENTO

Después de realizar análisis a un gran número de compañías de diferentes sectores, Shigeo Shingo pudo generalizar los pasos que se siguen durante un alistamiento y llegar a una aproximación de la proporción del tiempo total. Estos pasos se muestran a continuación:

- Preparación, ajuste post proceso, comprobación de materiales, herramientas, etc. Este primer paso sirve para asegurarse de que todos los componentes y herramientas están donde deben y funcionando correctamente. También se incluye en este paso el período en el cual todos ellos, después de realizado el proceso anterior, se retiran y guardan, se limpia la maquinaria, etc. Se estima que este paso representa el 30% del tiempo total.

- Montaje y desmontaje de cuchillas, herramientas, etc. Este incluye la retirada de las piezas y herramientas después de concluido un lote, y la colocación de las necesarias para el siguiente. Este paso representa el 5% del tiempo total.

- Medidas, montajes y calibraciones. Este paso comprende todas las medidas y calibraciones necesarias para realizar una operación de producción, como centrado, dimensionado, medición de presión y temperatura, etc. Se estima que consume el 15% del tiempo total.

- Pruebas y ajustes. En estas etapas, los ajustes se efectúan tras realizar una pieza de prueba. Los ajustes serán tanto más fáciles cuanto mayor sea la precisión de las medidas y calibraciones del aparato anterior. La frecuencia y la duración de los ajustes dependen de la habilidad del operario. La mayor dificultad de una operación de preparación estriba en el correcto ajuste del equipo, y la gran proporción del tiempo empleado en las pruebas deriva de los problemas de ajuste (50%).

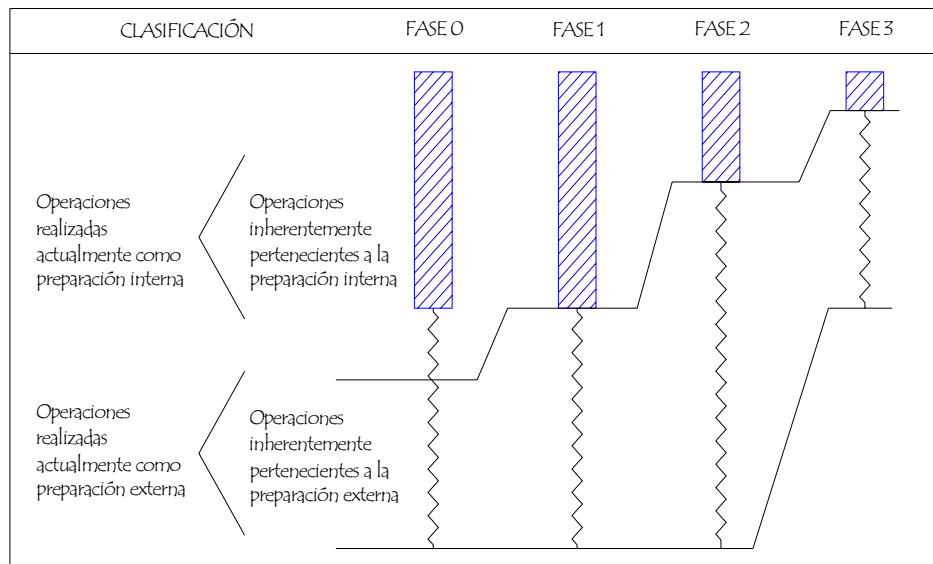
7.5 EFECTOS DEL SISTEMA SMED

Son muchos los beneficios que se obtienen con la implementación de esta metodología, entre los cuales se pueden nombrar los siguientes²:

- Simplificación del cambio de referencia
- Necesidad de operarios menos calificados.
- Reducción de situaciones de riesgo.
- Eliminación de posibilidades de error en el proceso.
- Incremento de la calidad del proceso y por ende del producto terminado.
- Posibilidad de reducción del tamaño del lote.
- Menor inventario en proceso.
- Mayor flexibilidad para responder a los cambios de la demanda.
- Identificación de partes y herramientas.
- Limpieza y orden del área de trabajo.
- Alta motivación del personal y compromiso.
- Fortalecimiento del trabajo en equipo.

² SMED. [en línea]. Castilla y León: Instituto Tecnológico de Castilla y León. 2001. [consultado 28 julio de 2006] Disponible en Internet: [http://www.itcl.es/PTABLA.ASPX?pagina=NODO:\(262\)](http://www.itcl.es/PTABLA.ASPX?pagina=NODO:(262))

Figura 5. Fases conceptuales para mejora de alistamientos



Fuente: SHINGO, Shigeo. Una revolución en la producción: El sistema SMED. 2 ed. Madrid, España: Productivity Press Inc., 1990. p. 31.

7.6 DEFINICIÓN DE POKA YOKE

Es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés *Shigeo Shingo* en los años 60's, que significa "a prueba de errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar.

El término "*Poka Yoke*" viene de las palabras japonesas "*poka*" (error inadvertido) y "*yoke*" (prevenir). Un dispositivo *Poka Yoke* es cualquier mecanismo que ayuda

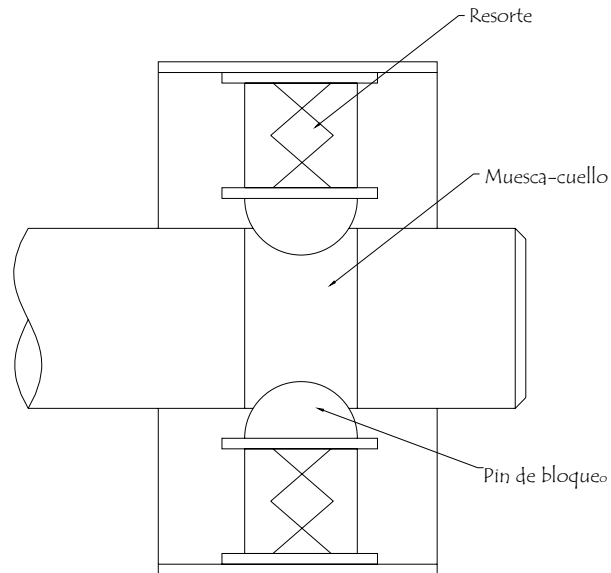
a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

El concepto es simple: si no se presentan los errores en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el retrabajo poco. Esto aumenta la satisfacción del cliente y disminuye los costos al mismo tiempo. El resultado, es de alto valor para el cliente. No solamente es el simple concepto, pero normalmente las herramientas y/o dispositivos son también simples.

Un sistema Poka Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se este llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo.

En la figura 6 se muestra un ejemplo de un dispositivo Poka Yoke de un solo movimiento.

Figura 6. Ejemplo de dispositivo Poka Yoke de un solo movimiento



Fuente: SHINGO, Shigeo. Una revolución en la producción: El sistema SMED. 2 ed. Madrid, España: Productivity Press Inc., 1990. p. 66.

7.7 FUENTES PRINCIPALES DE DEFECTOS

De acuerdo a los sistemas Poka Yoke existen varios tipos de defectos que, en orden de importancia, son los siguientes:

- Procesamiento omitido.
- Errores de procesamiento.
- Errores en la preparación de las piezas de trabajo.
- Partes faltantes.

- Partes defectuosas o equivocadas.
- Procesamiento de una pieza de trabajo equivocada.
- Operación equivocada.
- Error de ajuste.
- Equipo no preparado en la forma apropiada.
- Herramienta y plantillas preparadas en forma inapropiada.

7.8 DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO

Es una representación gráfica en forma de espina de pescado que permite identificar las causas que afectan un determinado problema en forma cualitativa. El diagrama de causa efecto también es conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa en homenaje al nombre de su creador.

La principal utilidad de este diagrama es la de descubrir de manera sistemática la relación de causas y efectos que afectan a un determinado problema. Adicionalmente permite separar las causas en diferentes ramas o causas principales conocidas como las 5 M: Método, Mano de Obra, Maquinaria. Materiales y Medio Ambiente.

El mayor beneficio es que permite de una manera sistemática concentrarse en las causas que están afectando un problema y una forma clara de establecer las interrelaciones entre esas causas y el problema en estudio, así como subdividir las causas principales en primarias, secundarias y terciarias.

8. DESARROLLO DEL PROYECTO

8.1 DEFINICIÓN DE LA LÍNEA PILOTO

8.1.1 Descripción de criterios. Partiendo del hecho de que uno de los objetivos principales del sistema SMED es aumentar la flexibilidad de las líneas de producción respondiendo oportunamente a los clientes tanto en variedad como en los plazos acordados, se consideraron como determinantes para la selección de la línea piloto los siguientes criterios:

- Volumen de producción mensual (50%). Teniendo en cuenta que la planeación de la producción se hace de acuerdo a pronósticos de la demanda, no todas las líneas tienen que cumplir con el mismo volumen de producción mensual ni trabajar todo el mes para responder a los pedidos, por esta razón se consideró este criterio como el más importante y se le dio la mayor ponderación. Se calificó de uno a cinco siendo ésta última la que mayor volumen de producción promedio mensual tuviera. Es oportuno aclarar que la unidad de producción que se utiliza en *Reckitt Benckiser* es una caja.

- Horas improductivas mensuales en lavados de máquina y cambios de referencia (30%). Las horas improductivas bajo estos dos conceptos afectan directamente el indicador de Eficiencia Global de la Planta (OEE) porque reducen el tiempo efectivo de operación y por ende la disponibilidad de los equipos. La calificación más baja se dio a las líneas que tuvieran la menor cantidad de horas improductivas en estos ítems.

- Cantidad de referencias que se llenan en la línea (20%). No todas las líneas requieren el mismo número de cambios de referencia por lo que se dio una calificación más alta a aquellas que tuvieran la mayor cantidad.

8.1.2 Selección de fuentes y recolección de información. De acuerdo a los criterios seleccionados en el punto anterior se definió como fuente principal el sistema de información de la producción donde se almacenan todos los tiempos (productivos y no productivos) de cada orden fabricada; adicional a esto se tuvo en cuenta la opinión del Gerente de Producción y de los Planeadores y los registros de eficiencia de cada línea de producción.

La información se recolectó por medio de consultas al software y de reuniones entre los mencionados.

8.1.3 Selección de la línea piloto. Con los criterios y fuentes definidos se calificaron en consenso del equipo cada una de las líneas de producción de acuerdo a las escalas mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de selección y escalas de calificación

VOLUMEN PRODUCCIÓN	CALIFIC.	PROM. MENSUAL HR. IMPROD.	CALIFIC.	NUM. DE REFERENCIAS	CALIFIC.
(10000-14000)	1	(0-40)	1	1	1
(14000-18000)	2	(40-80)	2	2	2
(18000-22000)	3	(80-120)	3	3	3
(22000-26000)	4	(120-150)	4	4	4
(26000-30000)	5	(150-190)	5	5	5

Fuente: Creado por el autor.

La calificación dada por el equipo a cada línea de producción en cada criterio se ponderó y se recopiló en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados obtenidos de la evaluación de criterios

Línea	Volumen de Producción (cajas/mes)	Calific.	Horas Improductivas (promedio mes)	Calific.	Cantidad de Referencias	Calific.	TOTAL		
1	11.577	1	27	1	3	3	1,4		
2	15.868	2	8	1	1	1	1,5		
3	27.205	5	98	3	4	4	4,2		
4	26.812	5	177	5	4	4	4,8		
5	24.828	4	153	5	4	4	4,3		
6	15.480	2	31	1	1	1	1,5		
7	22.895	4	55	2	5	5	3,6		
Ponderación		50%	Ponderación		30%	Ponderación		20%	100%

Fuente: Creado por el autor.

El resultado obtenido, que se encuentra resaltado en color amarillo en la Tabla 2, representa que la línea de producción seleccionada es la número 4. En esta línea se fabrican un producto limpiador en los tamaños 500ml, 750ml, 1000ml y 2000ml y siete fragancias y un detergente para ropas en tres fragancias y tres tamaños: 500ml, 750ml y 1000ml.

Foto 2. Máquina llenadora/tapadora de la Línea 4



Fuente: Tomada por el autor

En el Anexo 1 se puede observar un plano de la distribución de esta línea de producción.

8.2 DIAGNÓSTICO INICIAL

Una vez seleccionada la línea piloto fue necesario iniciar la recolección de los tiempos de cambio actuales con el fin de tener un punto de referencia y plantear las metas esperadas con la implementación del proyecto, para esto se seleccionaron tres técnicas: los diagramas de operaciones tipo hombre, los diagramas de recorrido y la grabación de un video de un cambio considerado como crucial para su posterior análisis con el equipo de trabajo SMED.

El objetivo principal de esta etapa era diagnosticar las actividades involucradas en el cambio, determinar los cuellos de botella y las oportunidades de mejora para que después de realizado el entrenamiento en el sistema SMED se focalizaran los esfuerzos en los “pocos vitales”.

8.2.1 Análisis de métodos y tiempos. Un cambio de referencia se clasifica en las siguientes actividades:

- Cambio en alimentador de envases
- Cambio en orientador de envases
- Cambio en llenadora/tapadora.
- Cambio en etiquetadora/fechador

- Cambio en encajadora/selladora
- Alistamiento de materiales y de documentos.

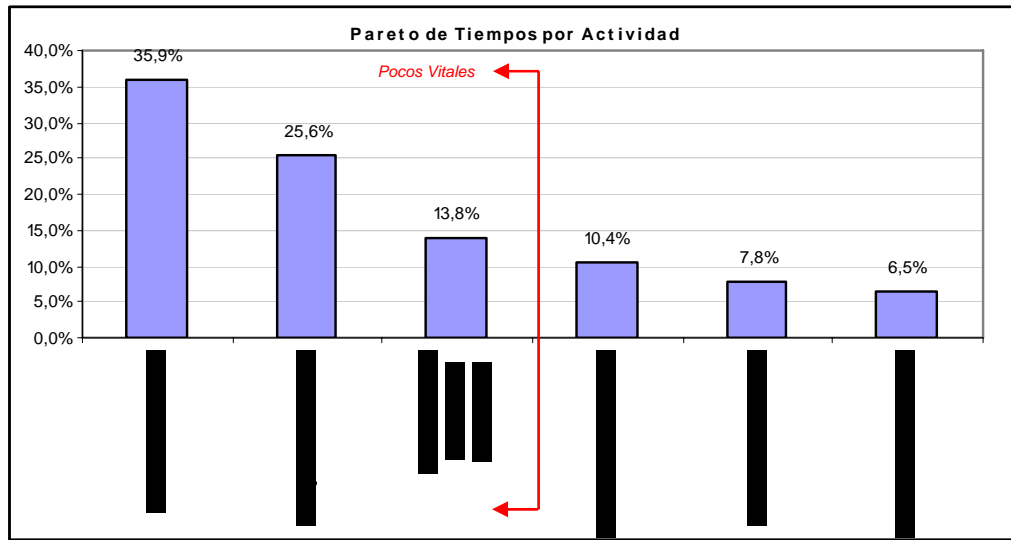
Se registraron los tiempos de cambio de referencia utilizando Diagramas de Operación Tipo Hombre de cada una de las actividades anteriores, ver el Anexo 2, con estos datos se realizó un análisis de Pareto para determinar cuáles actividades tenían mayor impacto en el cambio de referencia (ver Tabla 3 y Figura 7).

Tabla 3. Porcentaje de participación por actividad

Actividad	Tiempo (min)	% Participación	Acumulado
Llenadora/Tapadora	83	35,9%	35,9%
Encajadora/Selladora	59	25,6%	61,5%
Alistamiento de Materiales y Documentos	32	13,8%	75,3%
Alimentador de Envases	24	10,4%	85,7%
Orientador de Envases	18	7,8%	93,5%
Etiquetadora/Fechador	15	6,5%	100,0%
Total	231	100%	

Fuente. Creado por el autor

Figura 7. Diagrama de Pareto de tiempos por actividad



Fuente: Creado por el autor

Como se puede ver en la Figura 7 los equipos que tienen mayor participación en el tiempo total del cambio de referencia son la llenadora y la encajadora, seguidos por el alistamiento de los materiales. Cabe anotar que los tiempos que se registran en los diagramas de operación son promedio y que pueden presentar variaciones debido a la disponibilidad de herramienta, montacargas y gato, así como por la pericia del operario que realiza el cambio.

Se encontró también que durante la operación de la línea trabajan cuatro personas: una operando la máquina llenadora/tapadora, una realizando inspección de calidad, una operando la máquina encajadora y por último un sellador que se encarga del estibado y despacho del producto terminado, pero al momento de un cambio de referencia sólo participan activamente dos de ellos, el de la máquina

llenadora/tapadora que realiza los cambios de ésta máquina, el de la encajadora, del orientador de envase y además debe realizar los ajustes necesarios de los demás equipos, mientras que el otro colabora con las labores de alistamiento de materiales y documentación.

De lo anterior se pudo concluir que una parada de la línea por concepto de Cambio de Referencia era de aproximadamente 170 minutos, que corresponde al tiempo que le toma al operario de la llenadora/tapadora realizar el cambio de ésta máquina, de la encajadora, del orientador de envase y completar los ajustes de los demás equipos.

Se realizaron también diagramas de recorrido para tener una mayor ilustración de los movimientos realizados por los operarios durante los cambios. Ver anexo 3.

En este primer acercamiento al proceso de cambio de referencia se pudieron encontrar varias oportunidades de mejora:

- Involucrar a todos los operarios de la línea en el cambio de referencia.
- Dotar de herramienta al personal de la línea.

- Las actividades incluyen muchos transportes de largas distancias y que requieren la utilización de recursos escasos como gatos hidráulicos y montacargas.
- Unificar la tornillería del ajuste de la posición de las boquillas e instalar mariposas para evitar el uso de herramienta.
- Instalar mariposas a los sensores del orientador de envases.
- Cambiar la sujeción del aro guía de la tapadora porque está sujeto con stretch.
- Cambiar los soportes del aro guía de la tapadora y ponerles mariposas porque en la actualidad se utilizan abrazaderas metálicas que requieren el uso adicional de un destornillador.
- Unificar las platinas que se utilizan en la etiquetadora.
- Cambiar el ratchet para subir la alimentación de tapas porque se está utilizando el de la línea 3.
- Estandarización de los parámetros de llenado, altura de tapadora, posición de orientador y encajadora.

8.2.2 Estudio de videocinta. Para complementar el análisis de métodos y tiempos se grabó una videocinta del cambio de la llenadora/tapadora y de la encajadora, máquinas que se determinaron como críticas en este análisis. El video permite además conservar un registro de fácil consulta para posteriores revisiones con el equipo de trabajo.

El cambio seleccionado fue de la referencia de 2000ml a 1000ml porque de acuerdo al equipo de trabajo es uno de los más complicados de realizar ya que involucra el soltar las boquillas de llenado.

El video fue fraccionado para mostrar cada una de las actividades registradas en el diagrama de operaciones tipo hombre y queda almacenado en los registros de la compañía como información confidencial.

Es importante recalcar que el estudio de tiempos y el video se realizaron en momentos diferentes dado que para éste último era necesario detener al operario para interrogarlo acerca de las labores que estaba realizando y que diera una breve explicación a la cámara, además de que el operario se podía sentir intimidado y nervioso por la presencia de las cámaras y de tantas personas mirando su trabajo.

En la videocinta se evidenciaron necesidades de mejora relacionadas con:

- El método de transporte de las piezas del formato a la máquina.
- Entrenamiento de los operarios en el cambio de referencia.
- Unificación del método de montaje y desmontaje del formato.
- Mejoramiento y/o reemplazo de las piezas del formato por excesivo deterioro.

- Rutinas de limpieza y lubricación de los equipos.

8.2.3 Clasificación de actividades. Como se mencionó en el marco teórico el sistema SMED basa todo su desarrollo en la transformación de actividades internas en externas, es decir minimizar el número de labores que se realizan con la máquina parada para de esta forma aprovechar al máximo su capacidad y obtener producto terminado de calidad que represente ingresos para la compañía.

En este orden de ideas, el primer paso para la reducción es la clasificación de las actividades actuales en internas y externas, con esto nos podemos dar cuenta del tiempo que se podría ganar haciendo solamente algunos cambios al método, para esto se listaron todas las actividades relacionadas en los diagramas de operaciones y se marcó al frente si es estrictamente necesario realizarlas con la máquina parada. El resumen de esta lista de actividades se muestra en la Tabla 4, la información completa se encuentra en el Anexo 4. Se debe tener en cuenta que ésta lista es la situación deseada después de implementado el proyecto, dado que antes de éste todas las actividades eran tratadas como internas.

Tabla 4. Resumen de actividades internas y externas.

RESUMEN DE ACTIVIDADES POR OPERACIÓN	INTERNAS		EXTERNAS		Disminución (min)	Tiempo Esperado (min)	% Diferencia
	Número de Actividades	Tiempo (min)	Número de Actividades	Tiempo (min)			
Llenadora/Tapadora	20	73,31	4	9,05	9,05	73,31	11%
Encajadora/Selladora	8	58,05	1	1,00	1,00	58,05	2%
Alistamiento de Materiales	1	2,00	15	30,00	30,00	2,00	94%
Alimentador de Envases	2	13,00	5	11,00	11,00	13,00	46%
Orientador de Envases	3	18,00	0	0,00	0,00	18,00	0%
Etiquetadora	13	13,50	3	1,50	1,50	13,50	10%

Nota: esta clasificación es la situación esperada después de implementado el proyecto, dado que antes de esto todas eran consideradas como internas.

Fuente: Creado por el autor

Si en la línea se siguiera realizando el cambio con las dos personas como se describió anteriormente, el cambio reduciría a 149 minutos que corresponde al nuevo tiempo que le tomaría al llenador hacer los cambios de su máquina, el orientador, la encajadora y los ajustes, lo que equivale a una reducción del 12%.

Ésta clasificación ayudó a que tanto los miembros del equipo como la Alta Dirección tuvieran un panorama inicial de los beneficios de la implementación del sistema SMED en la línea de producción

8.3 SISTEMA SMED

Una vez realizada la selección de la línea piloto para el proyecto y el diagnóstico de los actuales cambios de referencia se procedió a diseñar el sistema SMED para la línea 4 en Reckitt Benckiser Colombia S.A., los numerales mostrados a continuación describen paso a paso la metodología seguida.

8.3.1 Capacitación. Es innegable que sin la participación tanto de operarios como del personal de mantenimiento un proyecto encaminado a mejorar el desempeño de una planta manufacturera está destinado al fracaso, conscientes

de esta situación se consideró de vital importancia el involucramiento y capacitación al personal de éstas áreas.

Se seleccionó un asesor externo, experto en la implementación de SMED, así como un grupo de veintiuna personas para que recibieran la capacitación en este sistema, el taller tuvo una duración de 16 horas alternadas entre teoría y práctica.

Durante el entrenamiento se revisaron los análisis de métodos y tiempos y la videocinta realizados con anterioridad para de esta forma enriquecer el estudio con la opinión de todos los participantes.

Esta capacitación inicial sirvió para que los asistentes se sintieran como parte fundamental del proyecto y con esto reducir la reacción natural de rechazo frente al cambio. Se hizo énfasis en los beneficios que traería para los operarios tales como mejoramiento de las condiciones de seguridad, disminución de los niveles de stress, desarrollo personal y fortalecimiento del trabajo en equipo.

Al finalizar el ciclo inicial de capacitación se pudo percibir un alto compromiso del personal en el proyecto, además se rescataron un conjunto de compromisos y tareas que se explicarán en el numeral 8.3.2.

Se definió la realización de una reunión quincenal con el grupo SMED para la revisión de las tareas pendientes, avances y resultados del proyecto.

8.3.2 Análisis de grupo y definición de puntos críticos. A lo largo de la sesión de capacitación se realizaron debates y rondas de opiniones sobre diferentes aspectos relacionados con las actividades del cambio, se siguieron también las recomendaciones del asesor y se utilizaron técnicas como el diagrama de Ishikawa para la búsqueda de causas raíz (ver Anexo 5).

Se revisaron tanto los factores administrativos como los operativos y de documentación que inciden en el cambio, se muestran en las Tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5. Factores administrativos de los cambios de referencia

Factores Administrativos	SI	NO	Observaciones
Planeación de cambio: ¿responde a las necesidades reales del cliente?	X		-
El programa de producción a la vista de los operarios.		X	Existe la cartelera pero nunca está actualizada
Disponibilidad del personal para el cambio		X	Sólo 2 personas disponibles.
Planes de entrenamiento		X	No se han establecido.
El supervisor debe gerenciar el cambio como cuando lo hace cuando hay un daño grave		X	Se deja la responsabilidad sólo al operario.
El cambio lo debe hacer una sola tripulación		X	Alta rotación de personal
Producción es responsable de los tiempos de cambio, mantenimiento proporciona el apoyo técnico	X		-
Aseguramiento de la calidad de los materiales y producto	X		-

Fuente: Creado por el autor

Tabla 6. Factores operativos de los cambios de referencia

Factores Operativos	SI	NO	Observaciones
Las partes del cambio cerca de la máquina, listas, limpias, inventariadas y reparadas (lista de chequeo)		X	Las partes se encuentran lejanas requiere el uso de gato y montacargas para traerlas
El grupo del cambio, materiales, materia prima, herramienta necesaria e implementos cerca de la línea		X	No se cuenta con la herramienta necesaria
Orden de cambio. Formato de orden normalizado		X	No existe este formato
Seguimiento del instructivo que contiene la secuencia combinada de operaciones del cambio de cada máquina.		X	No existe instructivo
Reemplace tornillos por mariposas, perillas, palancas roscadas.		X	Se han realizado el 50% de los reemplazos
Establezca posiciones fijas (pines, topes, controles visuales, regletas con graduaciones) por cada tamaño específico.		X	-
Cada tamaño debe tener su formato exclusivo.	X		Los formatos presentan deterioro.

Fuente: Creado por el autor

Tabla 7. Factores de documentación de los cambios de referencia

Factores de Documentación	SI	NO	Observaciones
Minutos globales de preparación como evento interno, es decir, con máquina parada	X		Quedan registrados en el Boletín de Eficiencia.
Tripulación necesaria: especialistas, operarios y ayudantes totales por máquina.	X		-
Cuantificar el nivel de desperdicio en el arranque del nuevo producto promedio al año y total		X	Pero no se considera crítico, la mayoría se puede recuperar.
Número de cambios por mes y por año. Minutos totales por mes por este concepto.		X	No se llevan estadísticas al respecto-
Lote económico, estratégico por corrida de producción, unidades mínimas a producir para justificar el cambio.	X		-
Tiempo en minutos requerido para lograr la velocidad estándar después del montaje de las partes. Tiempo por ajuste.		X	-
Instructivo y secuencia de operaciones "paso a paso".		X	No existen
Análisis de pareto por máquina	X		-
Número y descripción de herramientas utilizadas durante el cambio		X	-

Fuente: Creado por el autor

Como se puede notar de los 24 factores relacionados en las tres tablas sólo ocho se estaban realizando para la fecha en que se dictó el taller, esto sirvió como derrotero para las actividades iniciales del proyecto.

La información recolectada tanto en las tablas de los factores como en el análisis de video, el análisis de métodos y tiempos y el diagrama de causa efecto permitieron definir los siguientes puntos como críticos:

- **El factor humano.** Como ya se ha explicado en párrafos anteriores la participación activa del personal que labora en la línea garantiza el éxito de los cambios de referencia, se considera de suma importancia que el cambio no sea sólo sea responsabilidad de una o dos personas, por el contrario si hay una distribución equitativa de las funciones entre los operarios el cambio de referencia puede reducirse ostensiblemente.

Al aplicar un análisis crítico a este aspecto se pudo encontrar que una de las causas por la que las personas se sentían poco involucradas en este proceso era la frecuente rotación de personal, no existía un grupo de trabajo fijo para la

línea por lo que para los operarios se dificultaba conocer la totalidad de los equipos. Esta rotación conllevaba también a que no existiera un espíritu de equipo entre los operarios de la línea.

- **Capacitación y entrenamiento.** Este factor surge como consecuencia del descrito en el punto anterior; debido a la alta rotación de personal no era posible desarrollar planes de entrenamiento específicos en los equipos de ésta línea.

- **El método de realización del cambio.** Los dos operarios que realizaban el cambio hasta la fecha, no seguían los mismos pasos para realizarlo, cada uno tenía su propia forma de hacerlo y en algunas ocasiones se presentaban retrasos en los empalmes de turno debido a que cada uno quería poner las máquinas a funcionar a su modo.

- **Estabilización de la maquinaria y formatos.** El mantenimiento realizado a la maquinaria era solamente correctivo y se limitaba al personal especializado aún cuando habían tareas de lubricación y limpieza que podía realizar los mismos operarios (mantenimiento autónomo). Adicional a esto los formatos (piezas del cambio) de la llenadora/tapadora presentaban un alto grado de desgaste siendo la causa de muchos de los ajustes que debían realizarse después del montaje.

Al revisar los tiempos detallados por operación en la llenadora/tapadora, se pudo notar que se invertían aproximadamente 20 minutos moviendo una a una las nueve boquillas de la máquina para que entraran sin problemas en el envase, esto era una situación anormal debido a que teóricamente las boquillas no deben moverse independientemente de la referencia que se fuera a llenar por lo que se pudo concluir que los cuatro formatos existentes no habían sido fabricados teniendo como base un único centro.

- **Dotación de la herramienta.** Se hizo evidente en muchas oportunidades que los operarios de la línea no contaban con la herramienta necesaria para realizar el cambio de referencia y debían desplazarse hasta otras líneas o hasta el taller de mantenimiento para prestarlas.

- **Almacenamiento y transporte de las piezas.** Los formatos del alimentador de envase se almacenan en un rack saliendo de la planta por lo que al momento del cambio los operarios deben buscar un montacarguista para que se los baje y viceversa. En el caso de los formatos de la llenadora/tapadora deben buscarlos junto a la línea 3 lo requería el uso de un gato y una estiba para poder

transportarlos. Por último las piezas necesarias para el cambio en la etiquetadora y en la encajadora se guardaban en la oficina de producción.

- **Simplificación de sistemas de sujeción.** En toda la máquina se encontraron diferentes tipos de tornillos que requerían el uso de muchas herramientas. Para el caso de la tapadora se utilizaba un aro guía en varilla para las referencias 750ml, 1000ml y 2000ml y una correa para la de 500ml con un sistema de sujeción completamente diferente por lo que hacía más complejo el cambio de referencia. Ver fotos 3 y 4.

Foto 3. Aro guía de máquina tapadora



750ml, 1000ml y 2000ml

Fuente: Tomada por el autor

Foto 4. Correa guía de máquina tapadora



Fuente: Tomada por el autor

- **Unificación de formatos de diferentes referencias.** Este punto surgió como idea de uno de los miembros del equipo para no cambiar el formato y consistía en la utilización de un mismo juego de estrellas en la llenadora/tapadora para dos o más referencias. En la Foto 5 se puede observar el conjunto de piezas que conforman un formato de una referencia.

- **Disposición de los materiales de empaque.** Durante el alistamiento de los materiales se presentaban retrasos debido a que los que correspondían a esta línea quedaban obstruidos con los materiales de las demás líneas y debían utilizar gran parte del tiempo despejándolos primero para poder llevarlos a la línea de producción.

- **Comunicación con los supervisores.** Los operarios sólo podían darse cuenta de la siguiente orden de producción una vez hubieran terminado la que estaban trabajando, esto debido que aunque existía un tablero donde se publicaban las órdenes no siempre estaba actualizado o no confiaban en la información allí publicada y preferían buscar al supervisor para poder confirmarla.

- **Comunicación con mezclas.** Durante los cambios de referencia los operarios deben estar en permanente comunicación con el área de mezclas (preparación) para que cierren las válvulas de producto, inicien los lavados y vuelvan a abrirlas, pero esto le significaba al operario tener que desplazarse hasta esta área, en el segundo piso, y buscar al preparador en toda el área para poder solicitarlo.

- **Secuencia de producción.** Para garantizar el éxito del proyecto era necesario involucrar al planeador de la línea para poder encontrar las secuencias de producción que se ajustaran tanto a los requerimientos de los clientes como a los objetivos de reducción planteados, por esta razón se consideró importante trabajar en la secuencia en que se lanzarían las órdenes de producción.

8.3.3 Planteamiento de soluciones. Teniendo los puntos críticos definidos el siguiente paso fue buscar posibles soluciones entre los miembros del equipo

utilizando la lluvia de ideas, esta información se recolectó en la Tabla 8 donde al frente de cada factor se escribieron las alternativas.

Tabla 8. Soluciones sugeridas para cada factor crítico

Problema	Soluciones sugeridas
Factor Humano	Involucrar a todos los operarios de la planta
	Selección de un grupo de trabajo fijo
	Distribución de funciones entre el grupo
Capacitación y entrenamiento	Realizar encuestas para identificar necesidades de capacitación entre los operarios
	Desarrollar planes de capacitación
Método	Unificación de criterios con los operarios
	Levantamiento de instructivos de cambio
	Marcar posiciones fijas
	Utilizar técnicas de control visual
	Implementar formato de orden de cambio para registrar los parámetros de cada llenado
Estabilización de Maquinaria	Realizar jornada de mantenimiento
	Implementar rutinas de inspección, limpieza y lubricación realizadas por los operarios
	Cotizar la fabricación de un nuevo formato.
Dotación de herramienta	Solicitar la compra de la herramienta
	Entregarla en caja de herramienta y con candado
Almacenamiento y transporte de piezas	Cambiar los armarios actuales de posición y ponerlos más cerca de la línea
	Diseñar carro que permita transportar el formato y almacenarlo al mismo tiempo
	Buscar mejor ubicación para guardar los formatos del alimentador de envase
Simplificación de sistemas de sujeción	Evaluar si se puede dejar el aro o la correa únicamente
	Cambiar todos los tornillos posibles por mariposas
Unificar formatos de diferentes referencias	Dejar parte del formato fijo y utilizar "postizos" para el montaje de las demás partes
	Pedir a los proveedores de estas piezas que evalúen la posibilidad
Organización de materiales de empaque	Calcular cuál es el espacio requerido realmente
	Definir con bodega espacios fijos para cada línea
Comunicación con mezclas	Utilizar radioteléfonos para la comunicación
	Diseñar tablero en mezclas donde por luces y alarmas se muestren cuando la línea requiere lavado, agua o producto
Comunicación con los supervisores	Poner en funcionamiento el tablero eléctrico y conectarlo al PC de los supervisores para que se actualice con frecuencia
	Reunir a los supervisores e involucrarlos más en el proyecto
Secuencia de producción	Definir con la Química de Producto si existe posibilidad de realizar cambios sin lavado de máquina
	Realizar una secuencia de producción ideal con el planeador de la línea.

Fuente: Creado por el autor.

8.3.4 Implementación de soluciones. A continuación se describen las soluciones que se implementaron para cada uno de los factores críticos presentados en el numeral anterior.

- **Factor humano.** De las tres alternativas planteadas sólo se descartó la de involucrar a todo el personal de la planta debido a que esto haría más difícil el control de la evolución del proyecto y la capacitación sobre los conceptos básicos de SMED no la recibió todo el personal.

Se optó por seleccionar dos grupos fijos de cuatro personas previendo que en cada grupo por lo menos tres hubieran comprendido el propósito del proyecto y hubieran asistido al taller de SMED, de esta forma sería más sencillo realizar las capacitaciones y se lograría tener un mayor sentido de pertenencia de los operarios por los equipos de la línea y llegarían a conocer a profundidad su funcionamiento. Cabe anotar que se seleccionaron sólo dos grupos porque ésta línea sólo trabaja a dos turnos durante el mes.

Cuando ya se tenían definidos los dos grupos de trabajo se procedió a realizar una distribución de las funciones que deben realizar los operarios durante el cambio de

referencia, ésta se realizó en consenso con ellos y se publicó en un lugar visible en la línea de producción (ver Anexo 6).

Los resultados de esto fueron muy positivos ya que los niveles de compromiso de los operarios aumentaron notablemente, con esto además se redujo la carga laboral sobre un único operario y el espíritu de trabajo en equipo se fortaleció. Entre los mismos operarios surgió la alternativa de irse rotando entre los diferentes puestos de trabajo en un mismo día para de esta forma no caer en la monotonía y aprender a manejar todos los equipos.

- **El método de realización del cambio de referencia.** Como primer paso para lograr la unificación de los criterios se organizaron reuniones inicialmente con los operarios llenadores de la línea donde se les pedía a cada uno que detallara paso a paso las actividades que realizaba para hacer el cambio en la llenadora/tapadora; se rescataron los elementos comunes y en aquellos casos donde no habían puntos en común se discutía entre todos y se seleccionaba el mejor método. Una vez se hubieran acordado todos los puntos se plasmaron en un formato de Instrucción de Cambio acompañado con fotos para mejor ilustración, se pasó nuevamente a revisión de los operarios y después a aprobación por el Gerente de Producción.

La instrucción incluye además del paso a paso, las herramientas necesarias y el tiempo estándar de cada operación.

Mientras se realizaba este ejercicio se pudo notar que el nombre que todos daban a las piezas era diferente por lo que se implementó junto con la Instrucción de Cambio un Inventario de Partes de Cambio donde se relacionan gráficamente y se nombran cada una de las piezas que intervienen en el cambio.

Para los demás equipos se procedió de igual manera con los otros operarios, desarrollando tanto Instrucciones de Cambio como inventarios de partes; un ejemplo de estos se puede observar en los Anexos 7 y 8.

La idea de desarrollar los instructivos en conjunto con los operarios es hacerlos partícipes del proyecto y que no sientan que es algo impuesto sino por el contrario que es algo a lo que ellos mismos están aportando y que sea de su fácil entendimiento.

Se elaboró también una Lista de Chequeo (Anexo 9) que debe ser revisada 30 minutos antes del cambio de referencia, donde se nombran las actividades

externas que se deben realizar para garantizar el máximo aprovechamiento de la máquina.

Con el propósito de tener un registro de cuáles son los parámetros de llenado (dosis de máquina, altura de llenadora, altura de tapadora) después de cada cambio, se creó un formato de Orden de Cambio donde además de esta información se deben escribir los detalles de los tiempos perdidos y los mantenimientos requeridos, este formato debe ser diligenciado por el operario que realice el cambio en la llenadora/tapadora y debe ser entregado al supervisor quien lo revisa. Una vez se considere que se tienen los datos suficientes éstos parámetros deben ser estandarizados y publicados en un lugar visible de la máquina. La Orden de Cambio se puede ver en el Anexo 10.

Para mejorar también los ajustes a ensayo y error se realizaron marcas de posiciones fijas en las guías tanto de las bandas transportadoras como en la encajadora/selladora con un código de colores, de esta forma: amarillo para 500ml, azul para 750ml, rojo para 1000ml y verde para 2000ml.

- **Capacitación y entrenamiento.** Se realizaron encuestas a los operarios de la línea donde se les preguntaba acerca de cómo se sentían frente a la operación,

cambio, ajustes y conocimiento del funcionamiento de cada uno de los equipos, el modelo de la encuesta se encuentra en el Anexo 11. Con base a estos resultados se pudieron programar jornadas cortas de entrenamiento durante el mismo turno dadas por el operario que tuviera mayor pericia en el equipo o por el Encargado de Mejoramiento Continuo.

Los miembros del equipo SMED recibieron también capacitación en el diseño y aplicación de dispositivos *Poka Yoke* (a prueba de errores) para eliminar el uso de herramientas durante el cambio, el taller fue reforzado con una actividad práctica grupal donde se pudieron aplicar los conceptos aprendidos.

- **Dotación de herramienta.** Cómo ya se tenían identificadas las herramientas que eran necesarias para llevar a cabo el cambio de referencia se solicitó la compra de éstas. Se les ubicó en un lugar estratégico de rápido acceso en la línea producción evitando los tiempos muertos por búsqueda de ésta en otras líneas o en el taller de mantenimiento.

- **Estabilización de la maquinaria.** Para este propósito se inició al personal de la línea en uno de los pilares del mantenimiento productivo total denominado

Mantenimiento Autónomo, cuyo objetivo principal es delegar funciones de inspección, limpieza y lubricación a los operarios.

Se realizaron jornadas donde se explicó la importancia, se indicaron las formas de hacerlo, los puntos críticos y las precauciones que se debían tener. Esta información quedó registrada y publicada en la línea en forma de estándares de mantenimiento autónomo. En el Anexo 12 se puede observar un ejemplo de ello. El personal especializado de mantenimiento también realizó cambio de rodamientos, resortes y mangueras que presentaban alto grado de desgaste y que podrían llegar a ser causa de ajustes innecesarios durante un cambio de referencia.

- **Mejoramiento de los formatos de la llenadora/tapadora.** Como se dijo en párrafos anteriores las cavidades de los formatos de la llenadora/tapadora tenían todos centros diferentes lo que ocasionaba que durante el cambio debieran moverse cada una de las nueve boquillas para garantizar que entraran sin problema en los envases, adicional a esto presentaban un alto grado de desgaste lo que obligaba a los operarios a utilizar soluciones artesanales tales como la utilización de cauchos y tapas que levantaran sus puntas y evitar así rozamientos entre las partes. En la Foto 5 se pueden ver las piezas que conforman un formato de una referencia.

Dado el avanzado grado de desgaste de los formatos se decidió que la única alternativa era la fabricación de un juego de estrellas nuevo para cada referencia, por lo que se procedió a cotizarlo con diferentes proveedores especializados. El material seleccionado fue polietileno de ultra alto peso molecular porque tiene una buena resistencia mecánica, condición sine qua non para estas piezas.

El precio de cada juego de estrellas supera los seis millones de pesos, razón por la cual la decisión de compra y selección del proveedor fue tomada con muchas consideraciones y tomó bastante tiempo, a la fecha de terminación de este informe la solicitud ya había sido aprobada por la Alta Dirección pero se encontraba en proceso de levantamiento de planos.

Previo a la fabricación del formato se organizó una reunión con los operarios de la línea, personal de mantenimiento y los Gerentes de Ingeniería y Producción para definir cuáles eran las mejoras que se querían hacer y las consideraciones especiales que se debían tener, entre las cuales se encontraban la utilización de sistemas de ajuste rápido de resorte y balín y la utilización de pines adicionales para diferenciar las posiciones de la estrellas bipartidas. Este tipo sistema se puede observar en la Figura 6.

Aprovechando el contacto que se tuvo con diferentes expertos en la fabricación de estas piezas se consultó acerca de la viabilidad de unificar dos referencias en un solo formato o de dejar fijo parte del formato y utilizar piezas cambiables para las cavidades. La conclusión a la que se llegó fue que no es una buena alternativa debido a que se deberían aumentar las tolerancias y esto afectaría la estabilidad de los envases si se quisiera aumentar la velocidad de la línea (que es uno de los planes a corto plazo de la compañía) y en el segundo caso el cambio se haría más complejo y aumentaría el tiempo de montaje.

Foto 5. Piezas que conforman el formato de la llenadora/tapadora

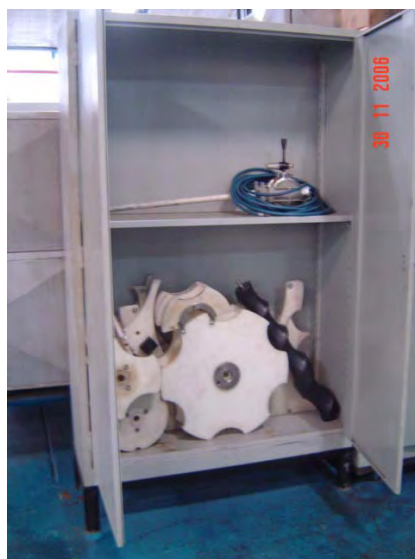


Fuente: Tomada por el autor.

- **Almacenamiento y transporte de piezas.** Se consideró como crítico sólo el almacenamiento y transporte de las piezas de la llenadora/tapadora porque el cambio en el alimentador de envase y en la etiquetadora no representan un porcentaje alto según se vio previamente en el análisis de Pareto.

La primera solución que se implementó fue cambiar la ubicación del armario donde se guardaban las piezas, que se encontraba a 30 metros, y ponerlo a tan solo 5 metros de la máquina, de esta forma se evita el uso de estibas y gato hidráulico para transportarlo, que son recursos muy utilizados en las plantas de producción y que implicaban tiempos y movimientos buscándolos. En el Anexo 13 se puede ver el plano de ubicación anterior y el propuesto.

Foto 6. Forma actual de almacenamiento de formatos de llenadora/tapadora



Fuente: Tomada por el autor

Se propuso como una solución al mediano plazo la fabricación de un cajón móvil que cumpliera las funciones tanto de almacenamiento como de transporte elaborado en acero inoxidable y con agujeros para escurrir los posibles excesos de líquidos con que se guarde. Su costo está por encima de los tres millones de pesos y a la fecha de finalización de este informe ya se tenía el visto bueno de la

Alta Dirección y se encontraba en proceso de fabricación. El diseño del carro puede verse en la Figura 8.

Figura 8. Diseño del carro para almacenamiento y transporte de formatos



Fuente: Diseño realizado por el autor.

- **Relación con el plan de incentivos Equipo 10.** La compañía ha desarrollado un plan de incentivos para el personal operativo llamado Equipo 10 donde se premian las ideas que generen ahorros en la planta, aprovechando esta estructura se vinculó el proyecto SMED de tal forma que los operarios puedan promover sus ideas para reducir los tiempos de cambio de referencia y reciban un estímulo económico por hacerlo.

Bajo esta metodología se presentaron ideas tales como la unificación del sistema guía en la tapadora, que antes utilizaba un aro en varilla para las referencias de 750ml, 1000ml y 2000ml y una correa para la referencia de 500ml, la idea implementada fue la elaboración de un nuevo aro metálico de fácil ajuste que sirviera para las cuatro referencias, mostrado en la Foto 7.

Foto 7. Aro guía unificado de máquina tapadora



Fuente: Tomada por el autor.

Otra de las ideas implementadas fue la unificación de las platinas utilizadas en la etiquetadora de forma tal que sólo se utiliza una para todas las referencias.

-Organización de los materiales de empaque. Para evitar los problemas expuestos en el numeral 8.3.2 relacionados con el orden de los materiales de empaque, se calcularon los espacios requeridos para que únicamente se tuvieran

los lotes de material suficientes como para evitar que la línea llegara a parar, los cálculos se muestran en la Tabla 9.

Dado que el mínimo tamaño de la orden por referencia es de tres lotes, se calcularon los espacios para tener los materiales de una orden y dio como resultado 14 posiciones de estibas, estos materiales se consumen en aproximadamente seis horas por lo que se solicitó a los auxiliares de bodega que para suplir los requerimientos de los dos turnos debían realizar sólo tres traslados durante los dos turnos con el fin de conservar el orden del área. Con las posiciones calculadas se definió una zona que sería únicamente utilizada para los materiales de la Línea 4 y se difundió la información a los operarios para que ayudaran al cumplimiento de esta instrucción.

Tabla 9. Cálculo del espacio requerido de material de empaque.

Tamaño de Lote (Kg)	2700
Tamaño Mínimo de la Orden (lotes)	3

Ref.	Unds/ Caja	Cajas/ Lote	Unds/ Lote	Unds/ Orden	Envase s/Estiba	Estibas Envase /Orden	Tapas/E stiba	Estibas de Tapa / Orden	Corrugad o/Estiba	Estibas de Corrugado / Orden	Total Estibas
S500	24	225	5.400	16.200	1.680	10	21.000	0,0	450,0	2	11
W500	24	225	5.400	16.200	1.680	10	21.000	0,8	300,0	2	13
S750	18	200	3.600	10.800	1.050	10	21.000	0,5	300,0	2	13
W750	12	300	3.600	10.800	1.050	10	21.000	0,5	300,0	3	14
S1000	18	150	2.700	8.100	900	9	21.000	0,4	300,0	2	11
W1000	12	225	2.700	8.100	900	9	21.000	0,4	300,0	2	12
S2000	6	225	1.350	4.050	448	9	21.000	0,2	300,0	2	11

Fuente: Creado por el autor

- **Comunicación con los supervisores.** Dando cumplimiento a la solución planteada en el numeral 8.3.3 se puso en funcionamiento un tablero electrónico que se encontraba en la planta sin operar, el tablero fue conectado a la archivo en Excel donde se lleva la programación de la producción y se actualiza automáticamente, de esta forma los operarios podrán consultar la información de las órdenes siguientes sin tener que desplazarse hasta la oficina de los supervisores (Ver Foto 8).

Foto 8. Tablero electrónico



Fuente: Tomada por el autor.

Como una medida adicional se reunieron los supervisores y se sensibilizaron con respecto a la importancia del proyecto SMED para que de esta forma participaran de manera activa en él.

- **Factores relacionados con la planeación.** Con respecto a este tema se implementaron dos soluciones, la primera fue la eliminación de la referencia de 2000ml en la Línea 4 trasladándola a otra línea de producción donde el rendimiento en este tamaño es mayor.

La segunda fue la elaboración, con el apoyo del departamento de Calidad, de una secuencia de producción en la que no se tuvieran que realizar lavados aprovechando que algunos colorantes y fragancias son más fuertes que otros. La idea consiste en que al terminar una orden y desocupar los tanques se realice un enjuague con el mismo producto (reemplazando el agua) y luego sí se comience a llenar, eliminando los tiempos de lavado que pueden variar entre 15 y 30 minutos.

La información fue entregada tanto a los operarios de preparación y empaque como al Planeador de la línea para que se tuviera en cuenta al momento de lanzar las órdenes de producción. Ver Anexo 14.

Para poder saber si éstas medidas pueden traer efectos negativos en el producto terminado se dejaron unidades de cada corrida para análisis mensual de las características de calidad.

8.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

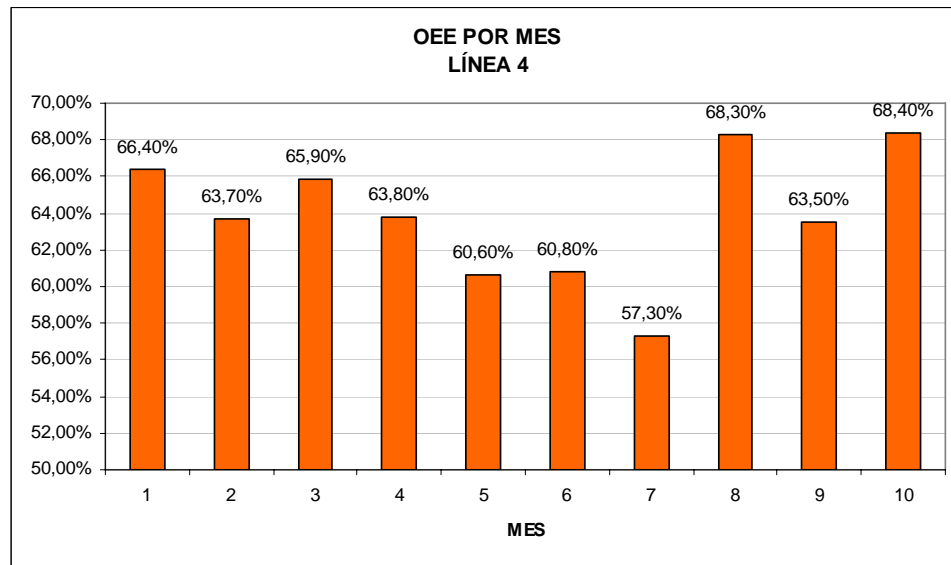
La efectividad de las medidas tomadas se mide a través de dos indicadores: el comportamiento del OEE (Eficiencia Global del Equipo) y la tendencia en las horas improductivas totales por cambios de referencia y lavados por mes.

8.4.1 Seguimiento a OEE. Los tiempos invertidos en cambios de referencia y lavados son registrados por los operarios en un formato denominado Boletín de Eficiencia donde además de esta información se registran todas las paradas que se presentan durante la ejecución de una orden de producción, estos datos son llevados a una hoja electrónica donde se analizan y se extraen una gran variedad de informes pero el principal es el denominado OEE (Ver Glosario).

Los tiempos registrados bajo estos conceptos afectan la disponibilidad de los equipos y por ende la Eficiencia Global del Equipo (OEE), de manera tal que una reducción en estos tiempos representa automáticamente un aumento en este indicador que es el utilizado a nivel global por la compañía. La base de cálculo de este indicador se muestra en el glosario al inicio de este informe.

A continuación se muestra el comportamiento del OEE en el transcurso del año 2006.

Figura 9. OEE de la línea 4 por mes, año 2006



Fuente: Archivos de Reckitt Benckiser S.A. Cali. 2006. OEE:xls

Los datos del gráfico anterior son resultado de calcular el OEE específicamente para las órdenes de producción fabricadas en la Línea 4, éste cálculo se hace por turno y por orden de trabajo, sacando la proporción de disponibilidad, desempeño y calidad de cada una.

Para obtener la proporción de disponibilidad mensual se debe restar del tiempo programado de todas las órdenes el tiempo correspondiente a las paradas y dividirlo sobre el total del tiempo programado.

La proporción de desempeño se calcula tomando el total de cajas producidas en el mes y dividiéndolo sobre la cantidad que debería sacarse de acuerdo al estándar y el porcentaje de calidad, dividiendo el número de cajas conformes sobre el total de cajas producidas para el mes.

Así por ejemplo el OEE del mes de Enero resulta del cálculo siguiente (se aplicó un factor multiplicador a los datos por ser considerados como confidenciales):

$$\begin{aligned} OEE &= \text{Desempeño} * \text{Disponibilidad} * \text{Calidad} \\ OEE &= \frac{208.320 \text{cajas}}{220.608 \text{cajas}} * \frac{111.024 \text{min}}{157.984 \text{min}} * \frac{208.320 \text{cajas}}{208.320} * 100\% \\ OEE &= 66.4\% \end{aligned}$$

Como se puede notar este indicador tuvo una tendencia a la baja hasta el mes de Julio y en ninguno de los meses anteriores alcanzó la meta propuesta al inicio del año que es del 68%, a partir de Agosto, cuando se inició el proyecto SMED, el indicador tuvo un comportamiento bastante bueno cumpliendo con la meta en los meses de Agosto y Octubre por lo que los operarios de la línea se hicieron merecedores de la distinción de Vencedores, que es el premio que recibe la línea que tuvo mejor eficiencia durante el mes. El mes de Septiembre se vio afectado por una serie de fallas mecánicas que fueron superadas para el mes siguiente. Estos resultados muestran la efectividad que ha tenido el cumplimiento de las medidas propuestas.

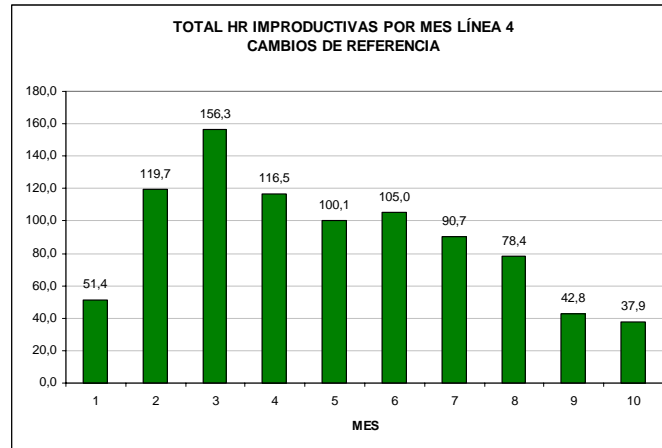
8.4.2 Análisis de horas improductivas. Las horas hombre utilizadas durante una corrida de producción son almacenadas en un sistema de información donde se clasifican en productivas e improductivas, éstas últimas son el tiempo que las máquinas y los operarios se encuentran parados por diferentes circunstancias (fallas mecánicas, cambios de referencia, lavados, reuniones planeadas, alimentación, entre otros).

Las horas improductivas por causal son revisadas semanalmente con el fin de realizar los correctivos necesarios o darle continuidad a los buenos resultados, de esta forma se pueden prever factores que puedan impactar negativamente el OEE.

Desde el inicio del proyecto SMED se analizan las horas improductivas para la línea 4 y bajo el concepto de cambios de referencia, los resultados se muestran en la Figura 10. Los datos mostrados en esta gráfica no requieren ningún cálculo adicional solamente se generan y seleccionan de los informes arrojados por el sistema de información de la producción. Estos datos son ingresados por un digitador directamente de los registros diligenciados por los operarios de la línea.

Figura 10. Horas improductivas mensuales por cambios de referencia línea
Año 2006

4.

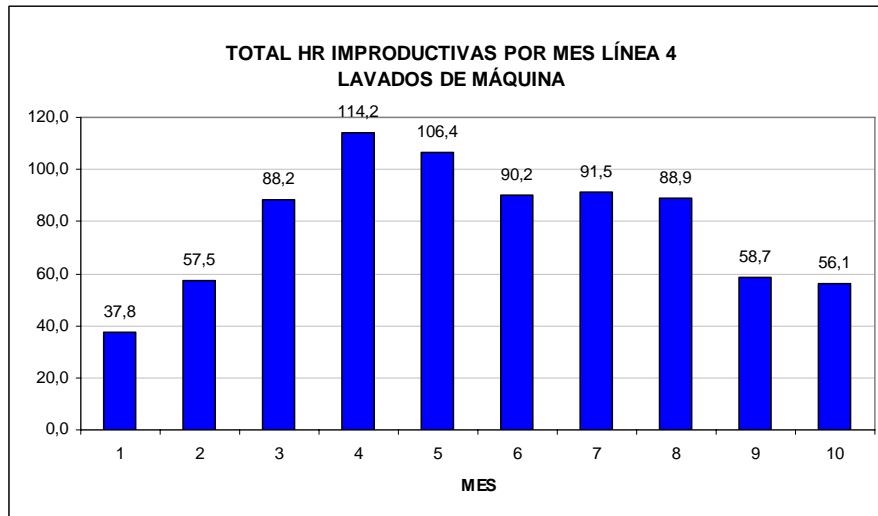


Fuente: Archivos de Reckitt Benckiser S.A. Cali. 2006. OEE:xls

La Figura 10 muestra la tendencia a la baja de éste indicador, llegando a reducir a tan sólo 37.9 horas improductivas en el mes de Octubre, éste indicador refuerza el resultado mostrado en el numeral anterior.

También para revisar si las secuencias de producción planteadas surtieron efecto se graficaron las horas improductivas por Lavados de Máquina (Figura 11), como se puede observar el comportamiento es muy favorable lo que significa que la implementación de la secuencia sí fue efectiva.

Figura 11. Horas improductivas mensuales por lavados Línea 4. Año 2006



Fuente: Archivos de Reckitt Benckiser S.A. Cali. 2006. OEE:xls

Al igual que en el caso de las horas improductivas por cambios de referencia, las horas improductivas por lavados de máquina se obtienen directamente del sistema de información de la producción, filtrando las correspondientes a la Línea 4 y sumando el total de las órdenes del mes.

9. CONCLUSIONES

- Utilizando los datos históricos del sistema de información y la experiencia del equipo administrativo y operativo se pudo definir la Línea 4 como piloto para el desarrollo de este proyecto. Los criterios en los que se basó la decisión garantizan que el impacto del proyecto en los resultados generales de la planta sea representativo.
- El análisis detallado de las operaciones involucradas en los cambios de referencia, recurriendo a los diagramas de operaciones, de recorrido y la grabación del video, suministró un panorama claro del proceso y permitió la definición de los factores críticos en los que se debería centrar el proyecto de reducción.
- La clasificación de las actividades del proceso de cambio de referencia en internas y externas así como la participación activa de todos los operarios de la línea dio como resultado una notable reducción inicial en los tiempos de cambio.

- A través de procedimientos, listas de chequeo e inventarios de piezas, se logró la estandarización del método, unificando los diferentes criterios utilizados por los operarios y extractando lo mejor de cada uno. Así mismo la existencia de estos documentos facilita el entrenamiento del personal futuro.

- La participación de la Alta Dirección, del personal de logística y de calidad fue de vital importancia para dar garantizar la implementación y la continuidad de las acciones tomadas.

- La efectividad de las soluciones implementadas se puede observar tanto en el indicador de Eficiencia Global del Equipo (OEE), donde se pudo alcanzar la meta planteada, como en las horas improductivas mensuales que se registraron. En ésta última se logró una reducción del 58% con respecto al mes de julio de 2006.

- El proyecto tuvo un impacto bastante positivo en la actitud y compromiso del personal quienes interiorizaron el proyecto, contribuyeron a la elaboración de documentos y dieron valiosos aportes para el mejoramiento.

- La retroalimentación constante al equipo interfuncional de trabajo por medio de reuniones facilitó la toma de decisiones y enriqueció la discusión sobre los planes de acción elaborados.

10. RECOMENDACIONES

- Darle continuidad a las soluciones implementadas especialmente a las reuniones realizadas con el equipo de trabajo para lograr sostener y mejorar los resultados obtenidos.
- Realizar un benchmarking con compañías del sector que hayan implementado sistemas de reducción de tiempos de cambio similares en sus líneas de producción con el propósito de complementar la información obtenida con este proyecto.
- Establecer metas de reducción para el año 2007 en conjunto con el equipo de trabajo y una vez se haya considerado que se alcanzaron, replicar el proceso a otra de las líneas de producción utilizando los mismos criterios de selección que para el caso de la línea 4.
- Realizar una reunión de cierre de año con el equipo que colaboró en este proyecto para identificar las fallas que se presentaron durante el proceso de implementación para establecer soluciones en futuras implementaciones.

- Divulgar tanto las ventajas de este proyecto como los resultados obtenidos en la línea escogida como piloto a todo el personal de la planta con el objetivo de que se conozcan los beneficios y surja como propia la iniciativa de aplicarlo a sus sitios de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

CHASE, Richard B., AQUILANO Nicholas J., JACOBS, F. Robert. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. 10 ed. México D.F.: McGraw Hill, 2005. 846 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio tesis y otros trabajos de grado. Bogotá: ICONTEC, 2004. 34 p.

LEFCOVICH, Mauricio. Cambio rápido de herramientas y reducción en tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED. Perú: Ilustrados.com, 2005. 15 p.

LÓPEZ GUERRERO, Libardo. Texto guía del entrenamiento Alistamientos rápidos SMED en procesos productivos. Santiago de Cali, 2006. 60 p.

NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. 11 ed. Bogotá D.C.: Alfaomega Colombiana S.A., 2004. 745 p.

PÉREZ VARGAS, Oscar Augusto. Mejoramiento de los tiempos perdidos en los cambios de referencia en Cristar S.A. Santiago de Cali, 2006. 149 p. Trabajo de grado (Ingeniero de Producción). Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Departamento de Sistemas de Producción.

SALCEDO GÓMEZ, Isabel. Diagnóstico y desarrollo de plan de acción para mejorar los tiempos de cambio en el proceso de producción de caramelo blando por medio de la técnica SMED (Quick changeover) con el fin de incrementar la disponibilidad de los equipos haciendo énfasis en la estrategia de comunicación, conscientización y adaptación al cambio por parte de los colegas. Santiago de Cali, 2006. 68 p. Trabajo de grado (Administradora de Empresas). Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Programa de Administración de Empresas.

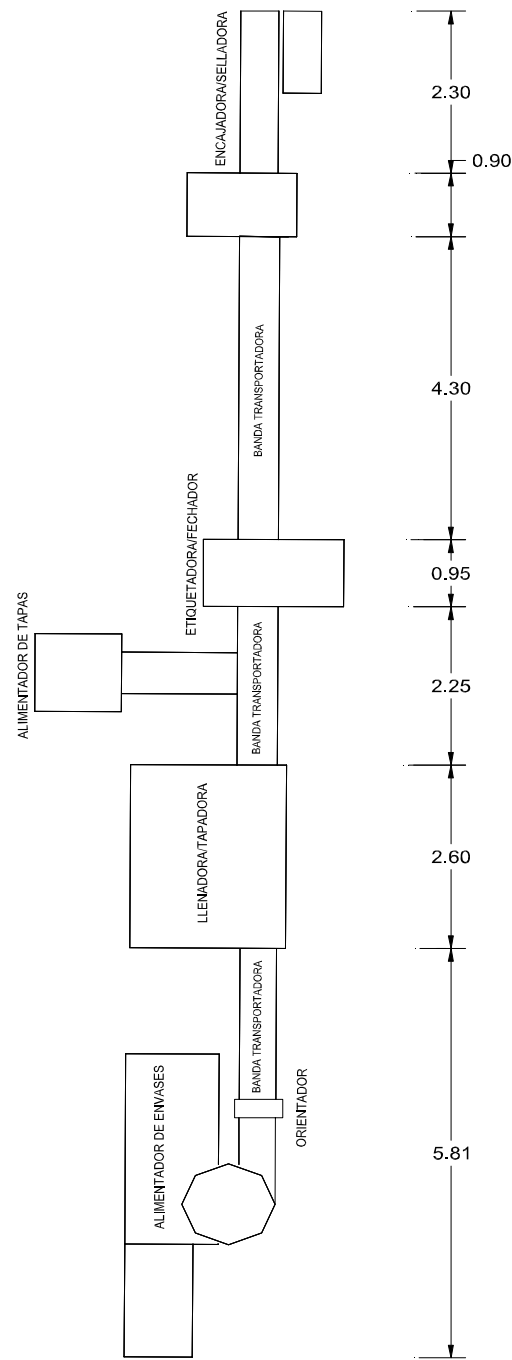
SEVERSON, David. The SMED system for reducing changeover times: an exciting catalyst for companywide improvement and profits. En Production and Inventory Management Journal. Vol. 8. No.10 (Oct. 1988); p. 15-16.

SHINGO, Shigeo. Una revolución en la producción: El sistema SMED. 2 ed. Madrid, España: Productivity Press Inc., 1990. 399 p.

STRICKLAND, Brian. Quick Changeover for operators: The SMED System. En Journal of Manufacturing Systems. Vol. 16. (Mar. 1997); p. 233-234.

Wikipedia: la enciclopedia libre [en línea]. Florida: Wikimedia Foundation, 2006. [consultado noviembre 1 de 2006]. Disponible en Internet: http://www.wikilearning.com/produccion_nivelada_heijunka-wkccp-12502-11.htm

Anexo 1. Plano de distribución de la Línea 4



Anexo 2. Diagramas de operación tipo hombre

Diagrama de Operación									
Actividad:		Cambio de máquina llenadora				Resumen			
Operario:		Juan David Figueroa				Actividad	No.	Tiempo	No. Herramientas
Método (act., mej.)		Actual				Operación	15	58,28	5
Tipo (mat., oper., maq.) :		Operario				Transporte	9	7,08	1
Observaciones: <u>Cambio de llenadora</u>						Demora	2	17	
						Inspección	0	0	
						Almacenaje	0	0	
						Tiempo		82,36	
No.	Descripción de la actividad	Símbolo				Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones	Herramienta
1	Ir a mezclas para dar comienzo al lavado	○	➡	□	▽	2,28	108		
2	Poner la máquina en modo lavado	●	➡	□	▽	0,50			
3	Espera que la máquina haga el lavado	○	➡	●	▽	13,00			
4	Ir por estiba al inicio de la línea	○	➡	□	▽	0,50	6		
5	Desmontar los formatos	●	➡	□	▽	5,00		Se utiliza un tubo para hacer palanca	Tubo
6	Traer gato, llevar formatos a armario, cargar estiba con el nuevo formato y traerlo a línea.	●	➡	□	▽	6,00	60	Tuvo que despejar el área de otras estibas, durante el transporte se cayó el tornillo sinfín de la estiba.	Gato
7	Montar formatos	●	➡	□	▽	3,00		Sólo 4 de ellos porque primero se debe poner la correa	
8	Ir a la parte trasera de la máquina	○	➡	□	▽	0,50	25		
9	Acomodar correa guía de tapadora	●	➡	□	▽	2,60			Bocafija 17
10	Ir al frente de la llenadora	○	➡	□	▽	0,50	25		
11	Montar los formatos restantes	●	➡	□	▽	2,60		Se instalaron cauchos para compensar el desgaste de los formatos.	
12	Adelantar boquillas	●	➡	□	▽	2,33			Bocafija 17
13	Traer envases para hacer ajustes.	●	➡	□	▽	0,25	18		
14	Acomodar guías de entrada	●	➡	□	▽	3,00			
15	Ajustar boquillas	●	➡	□	▽	12,00			Bocafija 17, Allen 5
16	Ir a la parte trasera de la máquina	○	➡	□	▽	0,50	25		
17	Bajar la tapadora	●	➡	□	▽	0,50			Rachet
18	Ir al frente de la llenadora	○	➡	□	▽	0,50	25		
19	Ajustar tapadora	●	➡	□	▽	10,00			Destornillador de pala
20	Ir a mezclas para que abran la válvula del producto	○	➡	□	▽	2,30	108		
21	Esperar a que abran la válvula	○	➡	●	▽	4,00			
22	Ajustar dosis	●	➡	□	▽	2,00			
23	Poner a girar la máquina y esperar purga	●	➡	□	▽	0,50			
24	Ajustes finales de peso y tapado	●	➡	□	▽	8,00			
		Total				82,36	400,00		

Anexo 2. Diagramas de operación tipo hombre

Diagrama de Operación

Diagrama de Operación										
Actividad:		Cambio en Encajadora					Resumen			
							Actividad	No.	Tiempo	No. Herramientas
Operario:		Juan David Figueroa					Operación	8	58,05	2
Método (act., mej.)		Actual					Transporte	1	1,00	
Tipo (mat., oper., maq.) :		Operario					Demora			
Observaciones: <u>Cambio en encajadora</u>							Inspección			
							Almacenaje			
							Tiempo		59,05	
No.	Descripción de la actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones	Herramienta
1	Ir a la oficina de producción, buscar y traer platina de encajadora a la línea.	○	➡	⬇	□	▽	1,00	30		
2	Cambiar la bandeja del apilador	●	➡	⬇	□	▽	2,50			
3	Cambiar el peine que agrupa los envases	●	➡	⬇	□	▽	2,00			
4	Acomodar guías de entrada y sensores	●	➡	⬇	□	▽	4,50			
5	Ajustar brazo que sujeta caja	●	➡	⬇	□	▽	2,25			
6	Ajustar guías de selladora	●	➡	⬇	□	▽	0,80			
7	Acomodar pistones que cierran solapa	●	➡	⬇	□	▽	2,00			
8	Acomodar guías de desplazamiento de la selladora	●	➡	⬇	□	▽	2,00			
9	Ajustes y ensayos finales	●	➡	⬇	□	▽	42,00			Allen 6 / Allen 3/16
		Total					59,05	30,00		

Anexo 2. Diagramas de operación tipo hombre

Diagrama de Operación									
Actividad:		Cambio en Alimentador de Envase			Resumen				
Operario:		Carlos Rodríguez			Actividad	No.	Tiempo	No. Herramientas	
Método (act., mej.)		Actual			Operación	3	17,00	1	
Tipo (mat., oper., maq.) :		Operario			Transporte	3	5,00	2	
Observaciones: <u>Cambio en Alimentador de Envase</u>					Demora	1	2		
					Inspección				
					Almacenaje				
					Tiempo		24		
No.	Descripción de la actividad	Símbolo				Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones	Herramienta
1	Ir a la zona de almacenamiento de formatos	○	➡	⬇	□	1,00	40		
2	Ubicar montacarguista para bajar el formato	●	➡	⬇	□	4,00		Puede variar dependiendo de la disponibilidad del montacarguista.	
3	Esperar a que lo bajen del rack	○	➡	●	□	2,00			
4	Llevarlo hasta la máquina	○	➡	⬇	□	2,00	40	Puede variar dependiendo de la disponibilidad del gato	Gato
5	Desmontaje y montaje del formato	●	➡	⬇	□	10,00		Son operaciones simultáneas.	Bocafija 30
6	Llevar el formato hasta la zona de almacenamiento.	○	➡	⬇	□	2,00	40	Puede variar dependiendo de la disponibilidad del gato	Gato
7	Ajustar platina de entrega al transportador	●	➡	⬇	□	3,00			
		Total				24,00	120,00		

Anexo 2. Diagramas de operación tipo hombre

Diagrama de Operación									
Actividad:		Orientador de Envases			Resumen				
Operario:		Juan David Figueroa			Actividad	No.	Tiempo	No. Herramientas	
Método (act., mej.)		Actual			Operación	2	14,00	2	
Tipo (mat., oper., maq.) :		Operario			Transporte				
Observaciones: <u>Cambio en Etiquetadora</u>					Demora				
					Inspección	1	4		
					Almacenaje				
					Tiempo		18		
No.	Descripción de la actividad	Símbolo			Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones	Herramienta	
1	Abrir o cerrar las platinas del orientador	●	⇒	□	4,00			Bocafija 30	
2	Ajuste de 3 sensores	●	⇒	□	10,00		Se hace a ensayo y error	Allen 4	
3	Ensayos	○	⇒	□	4,00				
		Total			18,00				

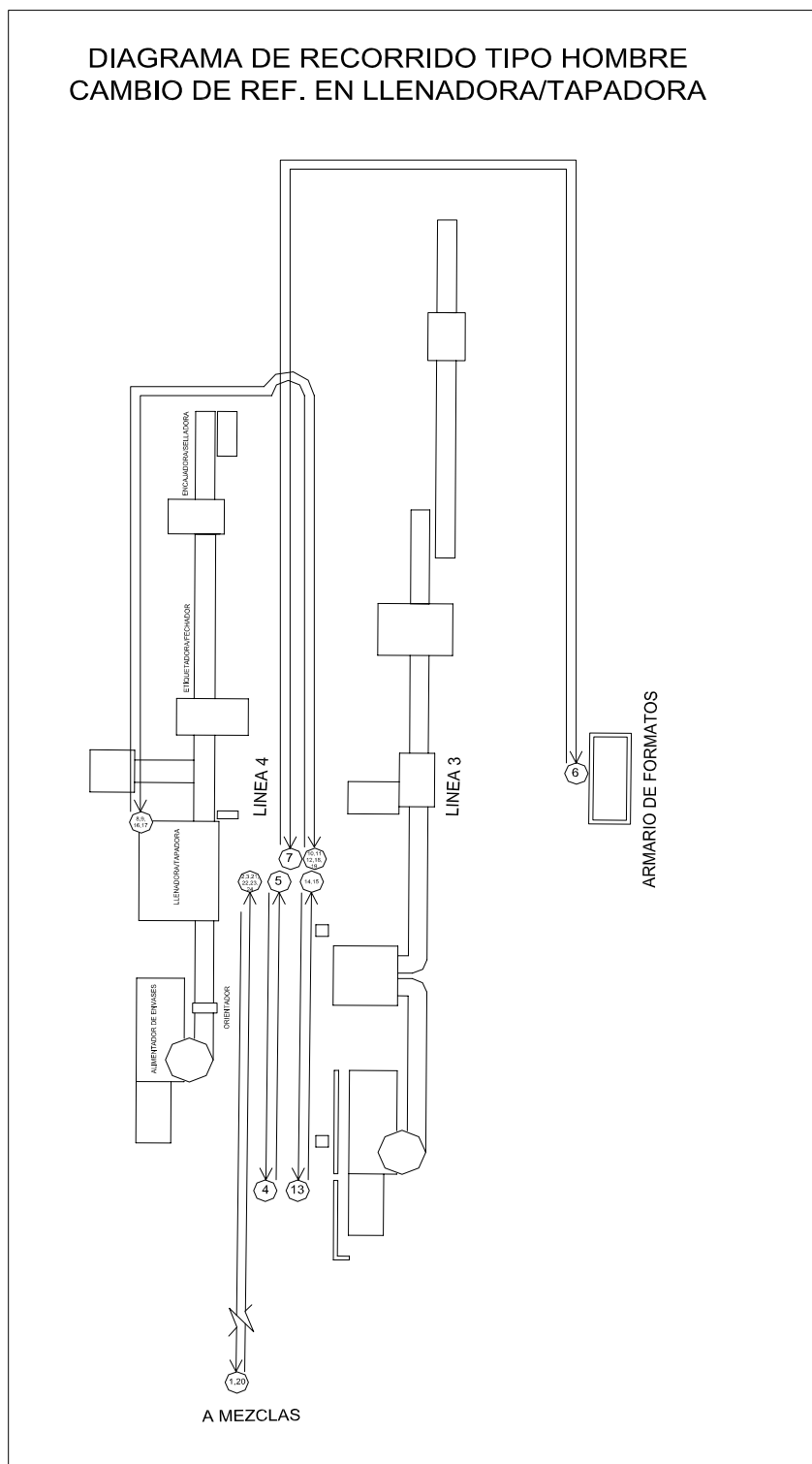
Anexo 2. Diagramas de operación tipo hombre

Diagrama de Operación									
Actividad:		Etiquetadora				Resumen			
						Actividad	No.	Tiempo	No. Herramientas
Operario:		Carlos Rodríguez				Operación	14	14,00	
Método (act., mej.)		Actual				Transporte	2	1,00	
Tipo (mat., oper., maq.) :		Operario				Demora			
Observaciones: <u>Cambio en Etiquetadora</u>						Inspección			
						Almacenaje			
						Tiempo		15	
No.	Descripción de la actividad	Símbolo				Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones	Herramienta
1	Retirar la etiqueta anterior	●	⇒	⌋	□	▽	0,75		
2	Ir a la oficina de producción a traer la platina de la referencia siguiente	○	⇒	⌋	□	▽	0,50		
3	Llevar la platina a la máquina	●	⇒	⌋	□	▽	0,50		
4	Desmontar la platina de la referencia anterior	●	⇒	⌋	□	▽	1,00		
5	Montar la platina de esta referencia	●	⇒	⌋	□	▽	1,00		
6	Llevar la platina que se desmonta a la oficina de producción	○	⇒	⌋	□	▽	0,50		
7	Montar la etiqueta de esta referencia	●	⇒	⌋	□	▽	1,00		
8	Ajustar altura de la banda superior	●	⇒	⌋	□	▽	1,00		
9	Ajustar distancia entre las guías de las cadenas a la entrada de la máquina	●	⇒	⌋	□	▽	1,50		
10	Ajustar la distancia entre las platinas al ancho del envase	●	⇒	⌋	□	▽	1,50		
11	Ajustar la dispensación de la etiqueta	●	⇒	⌋	□	▽	0,50		
12	Mover el sensor de paso lateralmente	●	⇒	⌋	□	▽	0,25		
13	Ajustar el tiempo de entrega de la etiqueta	●	⇒	⌋	□	▽	1,00		
14	Ajustar la altura de la etiqueta y/o contraetiqueta	●	⇒	⌋	□	▽	1,00		
15	Ajustar inclinación de la platina.	●	⇒	⌋	□	▽	1,00		
16	Ajustar altura del fechador (videojet)	●	⇒	⌋	□	▽	2,00		
		Total				15,00			

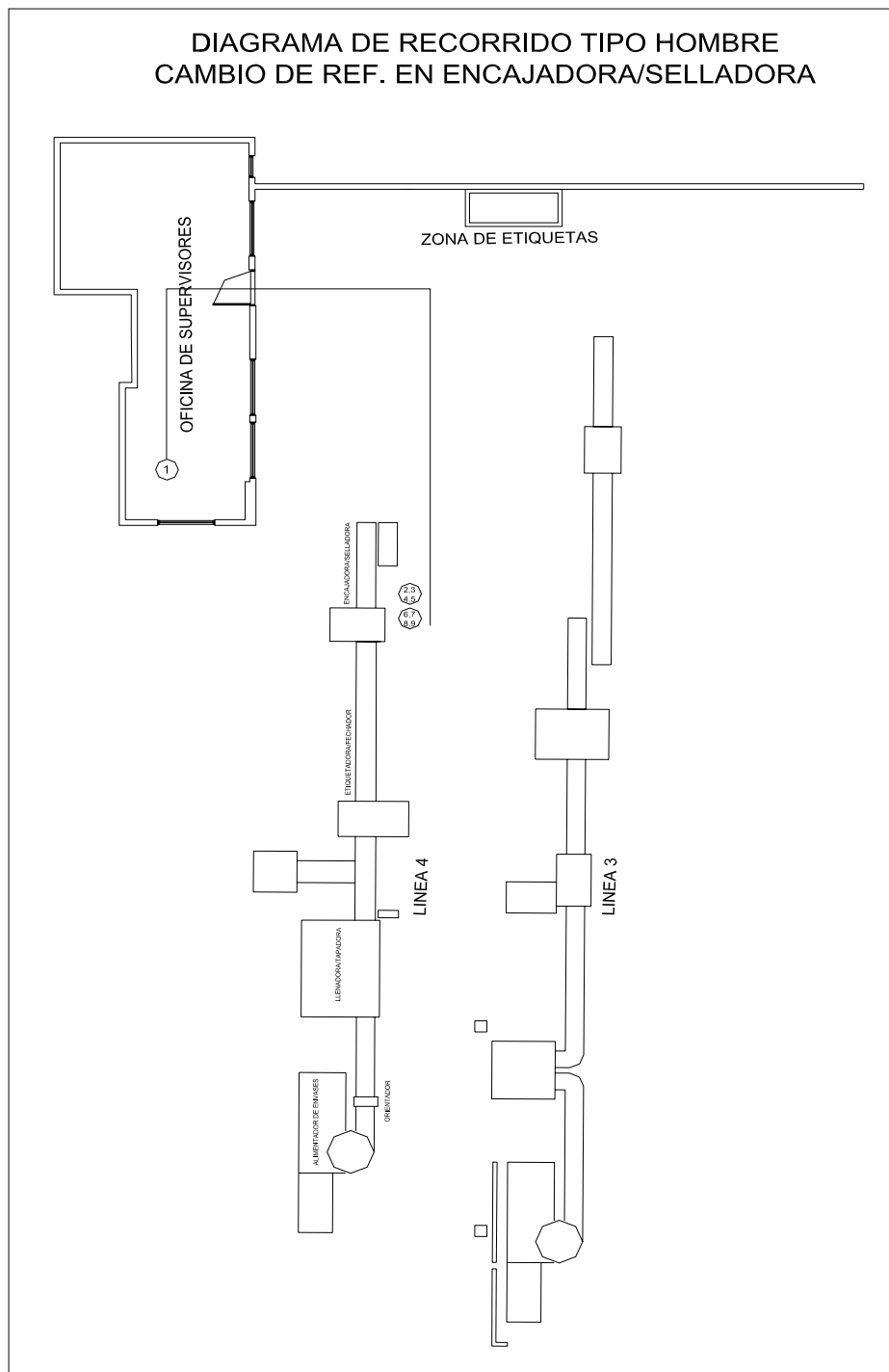
Anexo 2. Diagramas de operación tipo hombre

Diagrama de Operación									
Actividad:		Alistamiento de Materiales y Documentos				Resumen			
						Actividad	No.	Tiempo	No. Herramientas
Operario:		Carlos Rodríguez				Operación	6	14,50	1
Método (act., mej.)		Actual				Transporte	10	17,50	
Tipo (mat., oper., maq.) :		Operario				Demora			
Observaciones: <u>Alistamiento de Materiales y Documentos</u>						Inspección			
						Almacenaje			
						Tiempo		32	
No.	Descripción de la actividad	Símbolo				Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones	Herramienta
1	Conseguir gato para mover estibas	●	→	□	□	▽	4,00		
2	Ir a la zona de almacenamiento de material de empaque	○	→	□	□	▽	0,50	15	Gato
3	Despejar la zona para poder acceder al material de esta línea	●	→	□	□	▽	4,00		Gato
4	Enganchar el gato y traer estiba con corrugado	○	→	□	□	▽	2,00	15	Gato
5	Ir a la zona de almacenamiento de material de empaque	○	→	□	□	▽	0,50		Gato
6	Enganchar el gato y traer estiba con envases	○	→	□	□	▽	10,00	15	El número de veces depende del tamaño de la orden.
7	Ir a la zona de almacenamiento de material de empaque	○	→	□	□	▽	0,50		Gato
8	Enganchar el gato y traer estiba con tapas	○	→	□	□	▽	2,00	15	El número de veces depende del tamaño de la orden.
9	Surtir la tolva del alimentador de tapas	●	→	□	□	▽	2,00		El número de veces depende del tamaño de la orden.
10	Ir a la zona de almacenamiento de etiquetas	○	→	□	□	▽	0,50	10	
11	Traer la etiqueta correspondiente	○	→	□	□	▽	0,50		
12	Ir a la zona de almacenamiento de papelería	○	→	□	□	▽	0,50	2	
13	Localizar los documentos necesarios	●	→	□	□	▽	0,50		
14	Ir a la oficina de producción	○	→	□	□	▽	0,50	6	
15	Solicitar la información de la orden a trabajar.	●	→	□	□	▽	1,00		
16	Diligenciar Arranque de Línea, Boletín de Eficiencia, Cajas No Conformes.	●	→	□	□	▽	3,00		
		Total				32,00	78,00		

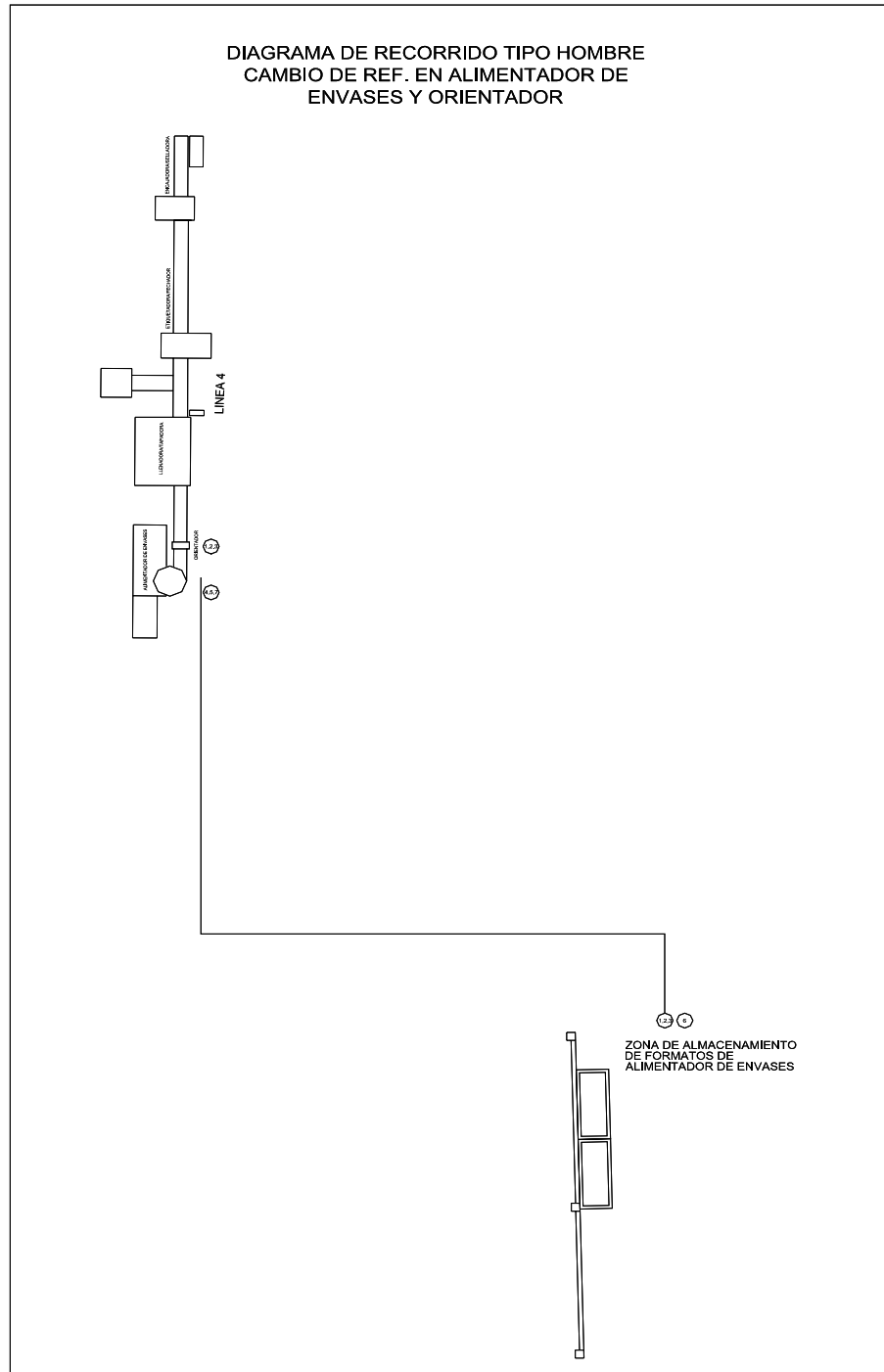
Anexo 3. Diagramas de recorrido



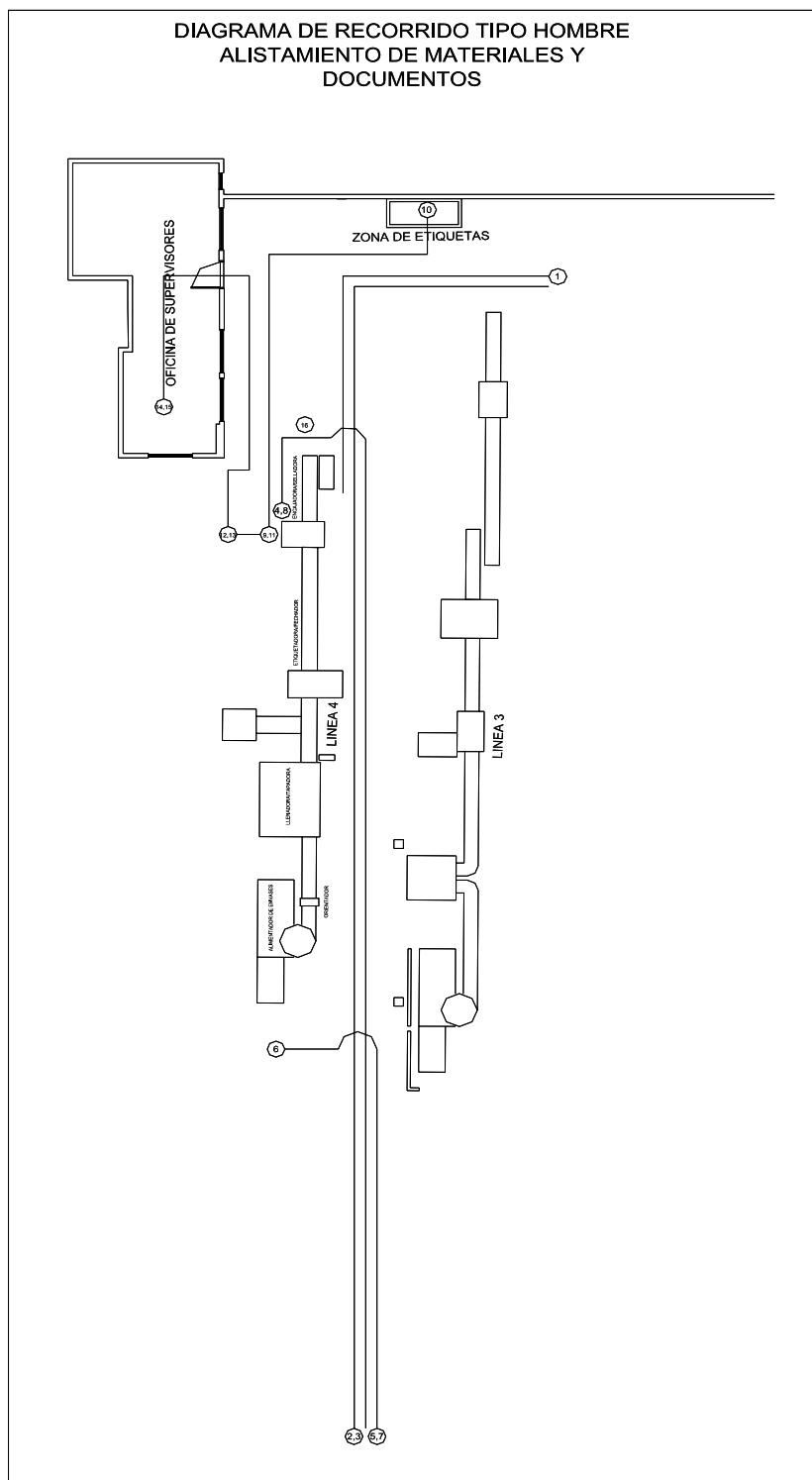
Anexo 3. Diagramas de recorrido



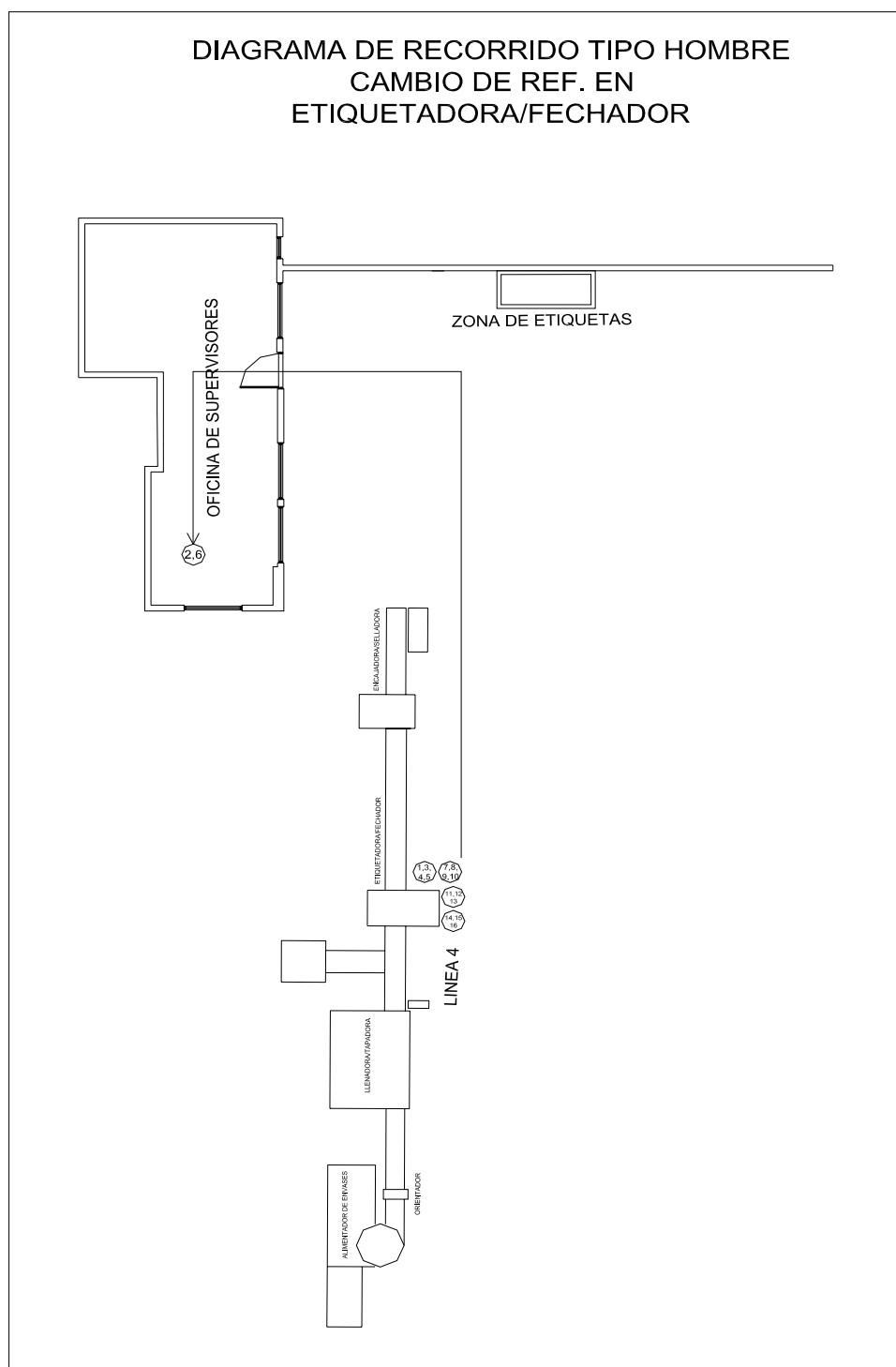
Anexo 3. Diagramas de recorrido



Anexo 3. Diagramas de recorrido



Anexo 3. Diagramas de recorrido



Anexo 4. Clasificación de actividades internas y externas

Descripción de la actividad	Clasificación		Tiempo (min)
	INTERNA	EXTERNA	
LLENADORA/TAPADORA			
Ir a mezclas para dar comienzo al lavado	X		2,28
Poner la máquina en modo lavado	X		0,50
Espera que la máquina haga el lavado	X		13,00
Ir por estiba al inicio de la línea		X	0,50
Desmontar los formatos	X		5,00
Traer gato, llevar formatos a armario, cargar estiba con el nuevo formato y traerlo a línea.		X	6,00
Montar formatos	X		3,00
Ir a la parte trasera de la máquina	X		0,50
Acomodar correa guía de tapadora	X		2,60
Ir al frente de la llenadora	X		0,50
Montar los formatos restantes	X		2,60
Adelantar boquillas	X		2,33
Traer envases para hacer ajustes.		X	0,25
Acomodar guías de entrada	X		3,00
Ajustar boquillas	X		12,00
Ir a la parte trasera de la máquina	X		0,50
Bajar la tapadora	X		0,50
Ir al frente de la llenadora	X		0,50
Ajustar tapadora	X		10,00
Ir a mezclas para que abran la válvula del producto		X	2,30
Esperar a que abran la válvula	X		4,00
Ajustar dosis	X		2,00
Poner a girar la máquina y esperar purga	X		0,50
Ajustes finales de peso y tapado	X		8,00
Total Internas		20	73,31
Total Externas		4	9,05

Anexo 4. Clasificación de actividades internas y externas

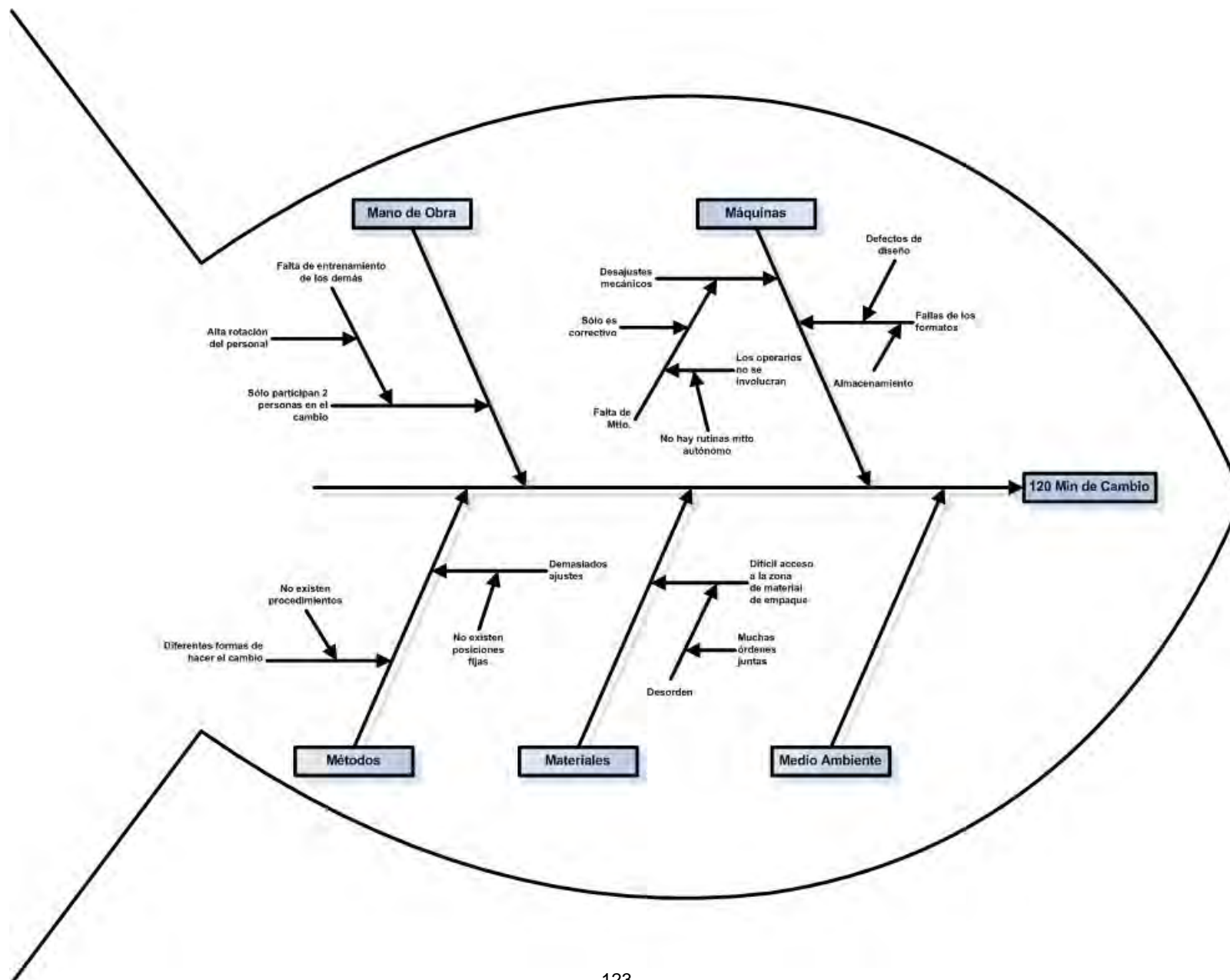
Descripción de la actividad	Clasificación		Tiempo (min)
	INTERNA	EXTERNA	
ENCAJADORA/SELLADORA			
Ir a la oficina de producción, buscar y traer platina de encajadora a la línea.		X	1,00
Cambiar la bandeja del apilador	X		2,50
Cambiar el peine que agrupa los envases	X		2,00
Acomodar guías de entrada y sensores	X		4,50
Ajustar brazo que sujeta caja	X		2,25
Ajustar guías de selladora	X		0,80
Acomodar pistones que cierran solapa	X		2,00
Acomodar guías de desplazamiento de la selladora	X		2,00
Ajustes y ensayos finales	X		42,00
Total Internas		8	58,05
Total Externas		1	1,00

ALISTAMIENTO DE MATERIALES			
Conseguir gato para mover estibas		X	4,00
Ir a la zona de almacenamiento de material de empaque		X	0,50
Despejar la zona para poder acceder al material de esta línea		X	4,00
Enganchar el gato y traer estiba con corrugado		X	2,00
Ir a la zona de almacenamiento de material de empaque		X	0,50
Enganchar el gato y traer estiba con envases		X	10,00
Ir a la zona de almacenamiento de material de empaque		X	0,50
Enganchar el gato y traer estiba con tapas		X	2,00
Surtir la tolva del alimentador de tapas	X		2,00
Ir a la zona de almacenamiento de etiquetas		X	0,50
Traer la etiqueta correspondiente		X	0,50
Ir a la zona de almacenamiento de papelería		X	0,50
Localizar los documentos necesarios		X	0,50
Ir a la oficina de producción		X	0,50
Solicitar la información de la orden a trabajar.		X	1,00
Diligenciar Arranque de Línea, Boletín de Eficiencia, Cajas No Conformes.		X	3,00
Total Internas		1	2,00
Total Externas		15	30,00

Anexo 4. Clasificación de actividades internas y externas

Descripción de la actividad	Clasificación		Tiempo (min)
	INTERNA	EXTERNA	
ALIMENTADOR DE ENVASES			
Ir a la zona de almacenamiento de formatos		X	1,00
Ubicar montacarguista para bajar el formato		X	4,00
Esperar a que lo bajen del rack		X	2,00
Llevarlo hasta la máquina		X	2,00
Desmontaje y montaje del formato	X		10,00
Llevar el formato hasta la zona de almacenamiento.		X	2,00
Ajustar platina de entrega al transportador	X		3,00
Total Internas	2		13,00
Total Externas	5		11,00
ORIENTADOR DE ENVASES			
Abrir o cerrar las platinas del orientador	X		4,00
Ajuste de 3 sensores	X		10,00
Ensayos	X		4,00
Total Internas	3		18,00
Total Externas	0		0,00
ETIQUETADORA			
Retirar la etiqueta anterior	X		0,75
Ir a la oficina de producción a traer la platina de la referencia siguiente		X	0,50
Llevar la platina a la máquina		X	0,50
Desmontar la platina de la referencia anterior	X		1,00
Montar la platina de esta referencia	X		1,00
Llevar la platina que se desmonta a la oficina de producción		X	0,50
Montar la etiqueta de esta referencia	X		1,00
Ajustar altura de la banda superior	X		1,00
Ajustar distancia entre las guías de las cadenas a la entrada de la máquina	X		1,50
Ajustar la distancia entre las platinas al ancho del envase	X		1,50
Ajustar la dispensación de la etiqueta	X		0,50
Mover el sensor de paso lateralmente	X		0,25
Ajustar el tiempo de entrega de la etiqueta	X		1,00
Ajustar la altura de la etiqueta y/o contraetiqueta	X		1,00
Ajustar inclinación de la platina.	X		1,00
Ajustar altura del fechador (videojet)	X		2,00
Total Internas	13		13,50
Total Externas	3		1,50

Anexo 5. Diagrama de Ishikawa para definición de puntos críticos



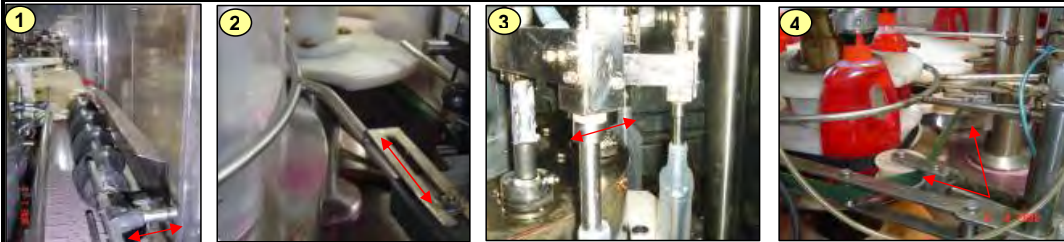
Anexo 6. Distribución de funciones por operario



DISTRIBUCIÓN DE FUNCIONES
CAMBIOS DE REFERENCIA / LAVADO - LÍNEA 4

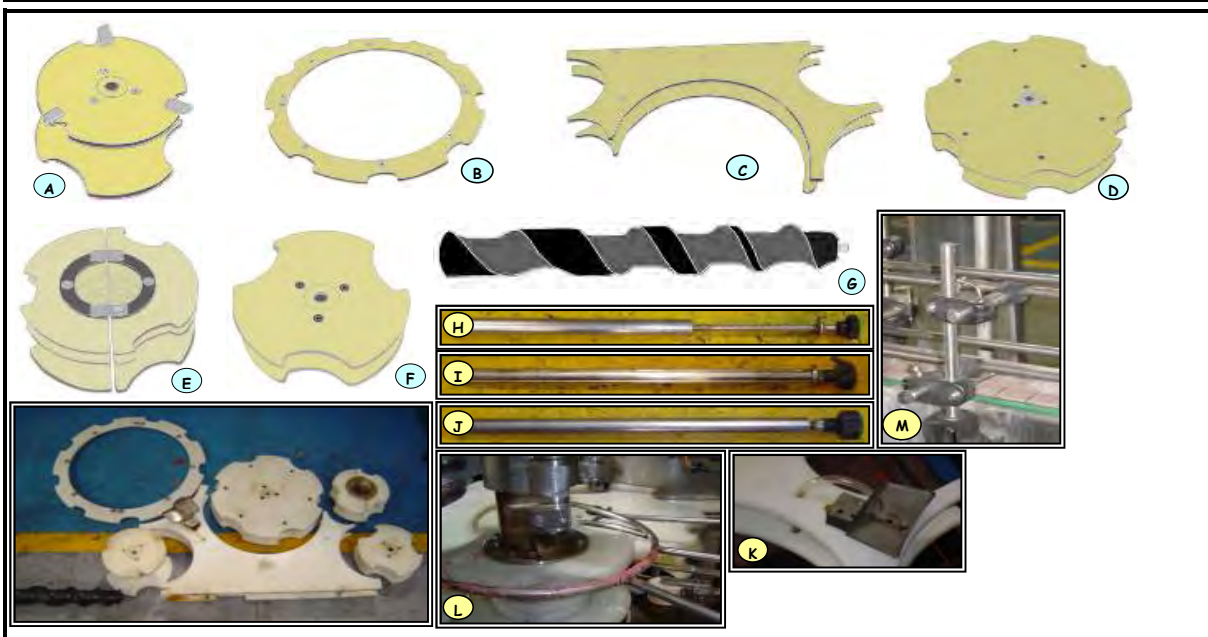
OPERARIO	FUNCIONES	
Llenador	1. Revisar 15 minutos de realizar el cambio las actividades de la Lista de Chequeo Previa al Cambio	
	2. Realizar desmontaje y el montaje de formatos en llenadora y tapadora	
	3. Realizar los ajustes necesarios después del montaje	
	4. Informar cualquier anomalía por pequeña que parezca al encargado de turno y/o supervisor de mantenimiento	
Empacador 1 (Encajadora)	1. Diligenciar el formato de Arranque de Línea	
	2. Realizar el cambio en la etiquetadora	
	3. Realizar los ajustes necesarios después del montaje	
	4. Informar cualquier anomalía por pequeña que parezca al encargado de turno y/o supervisor de mantenimiento	
Empacador 2	1. Durante el tiempo que el llenador se encuentre revisando la lista de chequeo debe ayudar a sus funciones.	
	2. Realizar el cambio en el Posimat	
	3. Realizar el cambio en el orientador de envase	
	4. Realizar los ajustes necesarios después del montaje	
	5. Informar cualquier anomalía por pequeña que parezca al encargado de turno y/o supervisor de mantenimiento	
Sellador	1. Evacuar los materiales de la orden que se finaliza	
	2. Alistar los materiales necesarios para la orden que se inicia	
	3. Realizar el cambio en la encajadora	
	4. Realizar los ajustes necesarios después del montaje	
	5. Informar cualquier anomalía por pequeña que parezca al encargado de turno y/o supervisor de mantenimiento	
ELABORÓ: J. Largacha	REVISÓ: A. Martínez / C. Moreno / A. Pérez / J. González / J. Figueroa	APROBÓ: B. Alape
FECHA: 22/08/06	FECHA:	FECHA:

Anexo 7. Instrucción de cambio por referencia

RECKITT BENCKISER INSTRUCCIÓN DE PROCESO No. 003		OPERACIÓN: CAMBIO DE REFERENCIA		REV. No.	FECHA
		DE: 500ml A: 1000ml		1	22/08/2000
HOJA 1 DE 1					
LÍNEA: MONOBLOC	EQUIPO: LLENADORA/TAPADORA	TIEMPO ESTÁNDAR: 50 min	No. PERSONAS 1		
PARTES NECESARIAS Ver formato de partes de cambio		HERRAMIENTAS: Allen # 5 Allen # 6 Bocafija No. 17 Rachet 1/2"			
					
ACTIVIDAD	EXT	INT	HERRAMIENTA	TIEMPO (min)	
1. Preparar estiba (se recomienda dejarla de los envases de la corrida anterior)	X		N.A.		
2. Desmontar estrella de entrada		X	N.A.		
3. Desmontar "guitarra"		X	N.A.		
4. Desmontar estrella central		X	N.A.		
5. Desmontar estrella de salida		X	N.A.		
6. Desmontar estrella de la tapadora		X	N.A.		
7. Desmontar tornillo sinfín		X	N.A.		
8. Desmontar estrella de la llenadora		X	N.A.		
9. Desplazarse a mezclas para que abran llave para lavado	X		N.A.		
10. Poner la máquina en modo lavado		X	Tablero		
11. Ajustar la dosis durante el tiempo que la máquina está en modo lavado		X	Tablero		
12. Durante el tiempo de lavado se trae el gato y se llevan los formatos al armario y se sacan los de la siguiente referencia.		X	Gato		
13. Montar la estrella de la llenadora		X	N.A.		
14. Montar la estrella central con el respectivo eje		X	N.A.		
15. Montar la "guitarra"		X	N.A.		
16. Montar la estrella de salida de la tapadora con el respectivo eje		X	N.A.		
17. Montar la estrella de entrada con su respectivo eje		X	N.A.		
18. Montar el tornillo sinfín.		X	N.A.		
19. Acomodar las varillas guía de entrada de la llenadora (Ver foto 1)		X	Manual		
20. Ajustar la posición del aro guía de la llenadora. (Ver foto 2)		X			
21. Ajustar la altura de las boquillas		X	Botón		
22. Hacer el recorrido con 9 envases y ajustar cada una de las boquillas para que entren con precisión en los envases. (Ver foto 3)		X	Allen # 5, BF 17		
23. Ir a la parte trasera de la llenadora y ajustar la altura de la regleta de la tapadora		X	Rachet 1/2"		
24. Ajustar la altura del bloque de los mandriles		X	Botón		
25. Regresar al frente de la llenadora y dejar pasar 3 envases a la tapadora y cuadrar la estrella de la tapadora con ellos aflojando los tornillos.		X	Allen # 6		
26. Ir a la parte trasera de la máquina, desmontar la correa y montar el aro guía de la tapadora (Ver foto 4)		X			
27. Ajustar las varillas guía de la tapadora		X	Manual		
28. Ir al frente y hacer los ajustes finales de peso. Entre estos ajustes generalmente se debe mover la estrella de entrada para sincronizarla con la de la llenadora. Para este formato es necesario poner cauchos a la guitarra para evitar que interfiera con la estrella de la llenadora.		X			
ELABORÓ: J. Largacha		REVISÓ: A. Martínez / C. Moreno / A. Pérez / J. González / J. Figueroa		APROBÓ: B. Alape	
FECHA: 22/08/06		FECHA: 28/08/06		FECHA:	

Anexo 8. Inventario de partes máquina línea 4


RECKITT BENCKISER	INVENTARIO DE PARTES DE CAMBIO	REFERENCIA 500ml	REV. No.	FECHA
			1	14/08/2006
			HOJA 1 DE 1	
LÍNEA: MONOBLOC (4)	EQUIPO: LLENADORA / TAPADORA	MARCA/SERIE: MENGIBAR	TIEMPO DE MONTAJE:	



ITEM	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA	OBSERVACIONES
A	Estrella de entrada a llenadora	-	
B	Aro periférico llenadora	-	
C	"Guitarra"	-	
D	Estrella central	-	
E	Aro periférico tapadora	-	
F	Estrella de salida de tapadora	-	
G	Tornillo sinfín	-	
H	Eje posicionador estrella	-	
I	Eje posicionador estrella	-	
J	Eje posicionador estrella	-	
K	Bandeja de recolección de exceso de producto	-	
L	Aro guía de tapadora	-	
M	Guías de desplazamiento horizontal	-	

ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
FECHA	FECHA	FECHA

Anexo 9. Lista de chequeo

 LISTA DE CHEQUEO PREVIA AL CAMBIO / LAVADO OPERACIONES EXTERNAS LÍNEA 4		
Revise esta lista de chequeo por lo menos 15 minutos antes de iniciar el cambio de referencia		
1. Verifique las herramientas necesarias para el cambio		
	OK	
Bocafija 17		
Bocafija 13		
Bocafija 10		
Allen # 5		
Allen # 6		
Rachet 1/2"		
2. Tiene cerca los formatos necesarios para hacer el cambio?		
	OK	
Estrella de Entrada		
Estrella de Llenadora		
Estrella Central		
"Guitarra"		
Estrella de Tapadora		
Estrella de Salida		
Tornillo Sinfin		
Formatos para Encajadora		
Platinas para Etiquetadora		
3. Tiene los materiales disponibles para hacer el cambio? (Mínimo 30 unidades de cada uno)		
	OK	
Envases		
Tapas		
Etiquetas		
Corrugado		
ELABORÓ: J. Largacha	REVISÓ: A. Martínez / C. Moreno / A. Pérez / J. González / J. Figueroa	APROBÓ: B. Alape
FECHA: 22/08/06	FECHA: 28/08/06	FECHA:

Anexo 10. Orden de cambio



ORDEN DE CAMBIO

INFORMACIÓN GENERAL

Operario: _____ Equipo: LLENADORA
Fecha: _____ Hr Inicio: _____ Hr Fin: _____
De: _____
A: _____

TIEMPOS PERDIDOS (DESCRIBA LAS CAUSAS Y EL TIEMPO DE CADA UNA)

Causa	Tiempo

RESUMEN DE TIEMPOS

Tiempo de Montaje en minutos _____
Tiempo de Ajustes en minutos _____

OBSERVACIONES (DESCRIBA EL MANTENIMIENTO REQUERIDO)

PARÁMETROS DE OPERACIÓN (DESPUÉS DE PONER A PUNTO LA MÁQUINA)

Dosis de Llenado _____
Altura de la Llenadora (Boquillas) _____
Altura de la Regleta de la tapadora _____
Altura del bloque de los mandriles _____

FIRMA _____

Anexo 11. Formato de encuesta para necesidades de capacitación

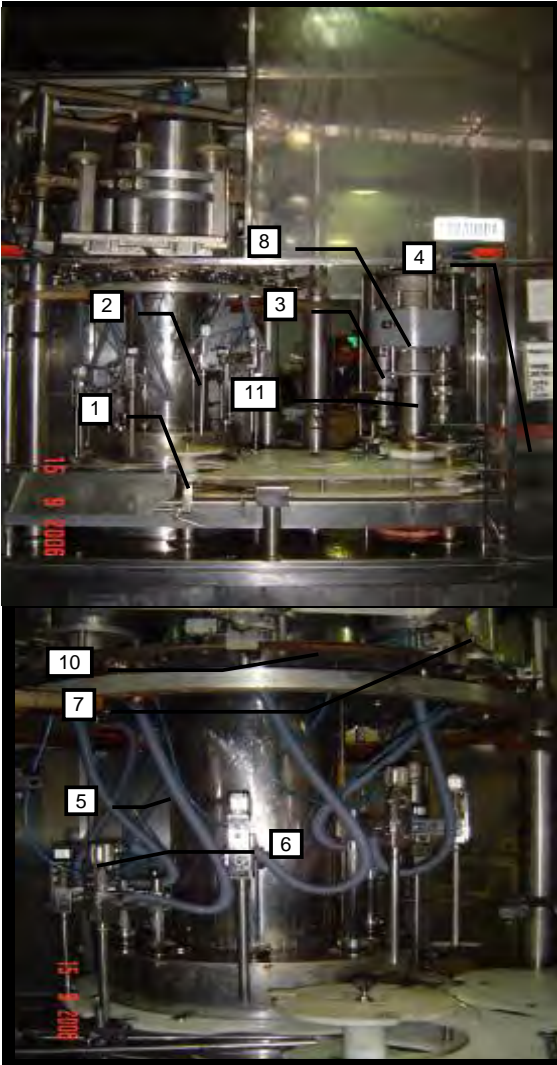
Operario	Posimat				Orientador				Llenadora/Tapad				Etiquetadora				Fechador				Encajadora			
	O	C	A	F	O	C	A	F	O	C	A	F	O	C	A	F	O	C	A	F	O	C	A	F
Marleny Mora																								
Paola Rodríguez																								
Doris Torijano																								
Juan David Figueroa																								
Jeinson González																								
Carlos Ocampo																								
Alveiro Pérez																								
Carlos Rodríguez																								
Alveiro Martínez																								






















CONVENCIONES
(O) Operación
(C) Cambio
(A) Ajustes
(F) Funcionamiento

ESCALA
1 Muy fuerte
2 Fuerte
3 Aceptable
4 No conoce

MANTENIMIENTO AUTONOMO
ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO
(Limpieza, inspeccion y lubricacion)
ETAPA I (Etapa Inicial)

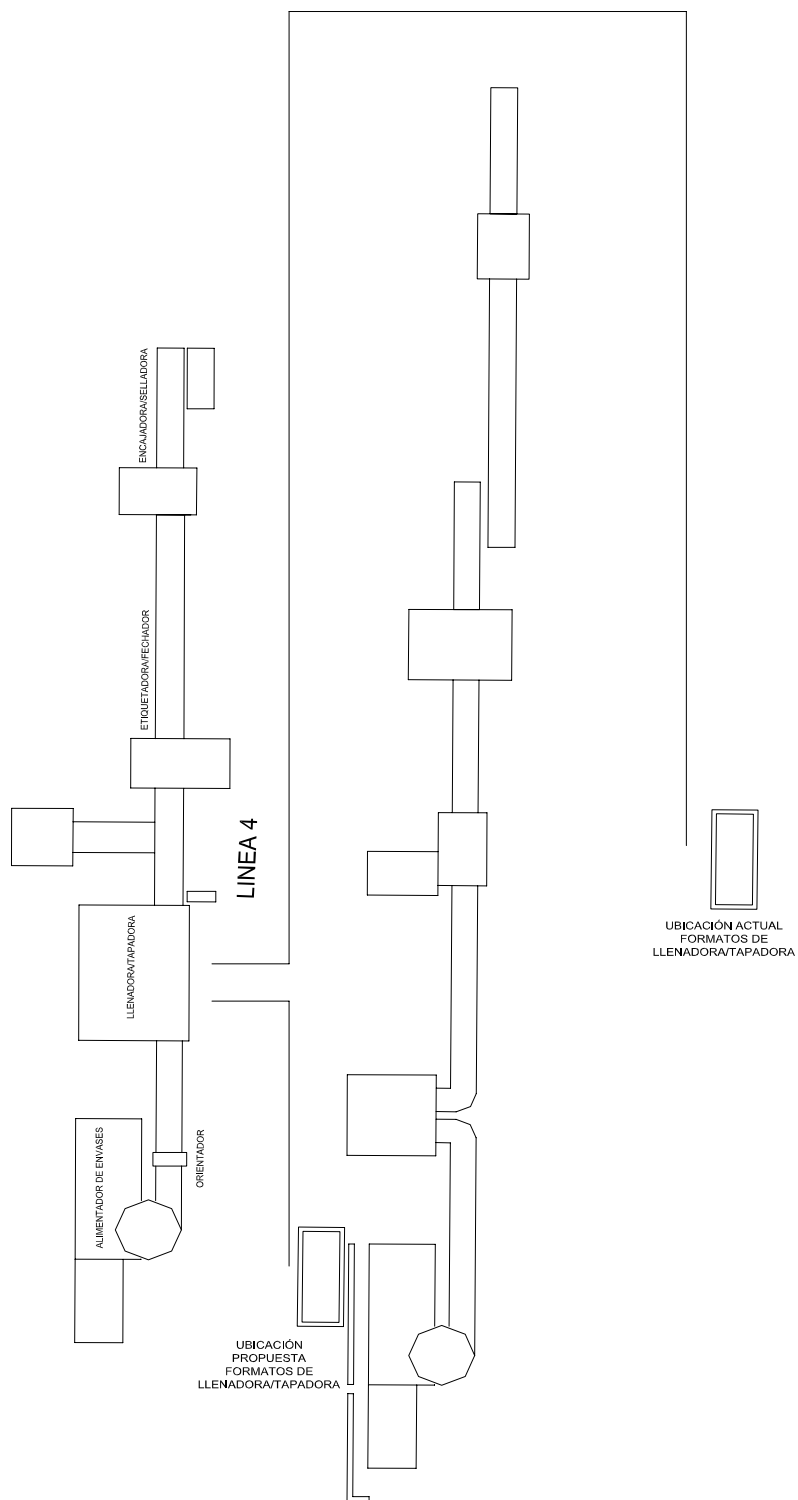
LINEA:	Linea 4	EQUIPO:	LLENADORA - TAPADORA	PREPARADO:	19/09/2006
				REVISADO:	



1. LIMPIEZA													
ITEM	PUNTO DE LIMPIEZA	ESTANDAR	METODO	HERRAMIENTA	ACCION EN CASO ANORMAL	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	TIEMPO (Minutos)	FRECUENCIA					PERSONA RESPONSABLE
								T	D	S	Q	M	
1	Base llenadora	Libre de residuo de producto.		Wiper			7			<input checked="" type="checkbox"/>			Operario
2	Boquillas de llenado	Libre de residuo de producto.		Wiper			4			<input checked="" type="checkbox"/>			Operario
3	Mandriles tapadora	Libre de residuo de producto.		Wiper			4			<input checked="" type="checkbox"/>			Operario
4	Puertas de acrilico de la llenadora	Libre de residuo de producto.		Wiper			3			<input checked="" type="checkbox"/>			Operario
2, INSPECCION													
ITEM	PUNTO DE INSPECCION	ESTANDAR	METODO	HERRAMIENTA	ACCION EN CASO ANORMAL	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	TIEMPO (Minutos)	FRECUENCIA					PERSONA RESPONSABLE
								T	D	S	Q	M	
5	Mangueras de producto hacia boquillas	Sin fugas			Ajustar. Reemplazar accesorios		2	<input checked="" type="checkbox"/>					Operario
6	Sistema neumatico de apertura de boquillas	Sin fugas. Unidad de mmto con lubricante			Ajustar. Reemplazar accesorios		1	<input checked="" type="checkbox"/>					Operario
7	Sistema mecanico de apertura de boquillas	No obstruido			Ajustar. Reemplazar accesorios		2	<input checked="" type="checkbox"/>					Operario
3. LUBRICACION													
ITEM	PUNTO DE LUBRICACION	TIPO DE LUBRICANTE	CANTIDAD DE PUNTOS	HERRAMIENTA	PUNTO A LUBRICAR	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	TIEMPO (Minutos)	FRECUENCIA					PERSONA RESPONSABLE
								T	D	S	Q	M	
6	Sistema neumatico de apertura de boquillas	Aceite Tellus 10	3		Unidad de mmto		3				<input checked="" type="checkbox"/>		Operario
8	Tapadora				Plato piñon central		3			<input checked="" type="checkbox"/>			Operario
9	Sistema de rotacion llenadora	Grasa Balina	2		Parte trasera llenadora		2			<input checked="" type="checkbox"/>			Operario
10	Sistema de rotacion boquillas	Grasa Balina	1		Pista de rodamientos		4			<input checked="" type="checkbox"/>			Operario
11	Eje mandriles		3				3			<input checked="" type="checkbox"/>			Operario
Quincenal M: Mensual							Tiempo Total	5		30	3		

NOTA: T: Turno D: Diario S: Semanal Q: Quincenal M: Mensual

Anexo 13.- Plano de ubicación de armarios anterior y propuesto



Anexo 14. Secuencia de producción-lavados



LAVADOS DE LLENADORA, TANQUES Y TUBERÍA
LÍNEA 4

A partir de la fecha de elaboración de éste documento **únicamente** los siguientes cambios no requieren lavado de llenadora, tanques o tubería:

DE	A
Limpiador Fragancia 1	Limpiador Fragancia 2
Limpiador Fragancia 3	Limpiador Fragancia 4
Limpiador Fragancia 4	Limpiador Fragancia 5
Limpiador Fragancia 5	Limpiador Fragancia 4
Detergente Fragancia 1	Detergente Fragancia 2
Detergente Fragancia 1	Detergente Fragancia 3

Para los lavados que no están aquí registrados aplica la **MATRIZ DE LAVADO** existente.

IMPORTANTE: las primeras unidades de cada corrida después de haber realizado alguno de estos cambios deben ser entregadas al departamento de Aseguramiento de la Calidad para su revisión y análisis.

Para los siguientes cambios se harán ensayos **No Lavando** que requerirán la presencia de Producción y de Calidad. Cuando se vayan a realizar se debe informar a éstas áreas:

DE	A
Detergente Fragancia 2	Detergente Fragancia 4
Detergente Fragancia 4	Detergente Fragancia 3

ELABORÓ: J. Largacha	REVISÓ: Liliana Gutiérrez	APROBÓ: B. Alape / J. Jiménez
FECHA: 09/10/06	FECHA: 09/10/06	FECHA: 09/10/06